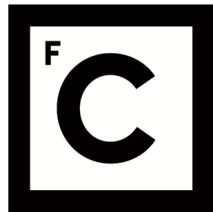


UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL



Ciências
ULisboa

Desenvolvimento de heurísticas construtivas e melhorativas para o planeamento de cirurgias eletivas num hospital público

Raquel Ribeiro e Sousa

Mestrado em Estatística e Investigação Operacional
Especialização em Investigação Operacional

Dissertação orientada por:
Professora Doutora Maria Eugénia Vasconcelos Captivo

Aos meus queridos avós,
Fernanda e Manuel

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha família: à minha Mãe por cuidar sempre de mim, ao meu Pai por estimular sempre o melhor de mim, ao meu irmão Daniel por tudo o que me ensinou; à minha irmã Sara por ser o meu eterno bebê que me faz rir como ninguém, tornaste a minha vida muito melhor; ao João por estar sempre lá quando preciso. Obrigada por me acompanharem e incentivarem a ser melhor e tornar-me naquilo que sou hoje.

Um especial agradecimento à minha orientadora, Professora Doutora Maria Eugénia Vasconcelos Captivo por tudo o que me ensinou enquanto professora, por me ter despertado o interesse e gosto nesta área e ainda por todo o apoio e orientação que me deu ao longo deste processo que foi fundamental na concretização desta dissertação.

Quero ainda agradecer aos meus tios Ana Paula e Rodrigo pela motivação e segurança que me transmitiram; à Patrícia por ser o meu ombro amigo e me aturar nas horas de desespero, à Inês por ser a melhor a motivar-me e a mostrar-me o melhor de mim; à Rita por toda a paciência e motivação que me deu, foram fundamentais nesta fase; à Juli por me transmitir a sua boa energia e estar sempre pronta para ajudar; à Catarina, Flávia e Diana por terem sido minhas companheiras.

Por fim, aos melhores amigos que a faculdade me trouxe: a minha Sua e o meu Badj, obrigada por me acompanharem durante todo o meu percurso académico, sem vocês não teria sido o mesmo.

Resumo

O presente trabalho está inserido num projeto em parceria com um Centro Hospitalar situado na capital portuguesa constituído por dois hospitais. O objetivo é a produção de um programa que otimize o agendamento das suas cirurgias eletivas para que estas sejam planeadas com um maior cuidado e assim, produzam melhores resultados quer para o hospital, satisfazendo as regras do Ministério da Saúde, quer para os pacientes.

Constatou-se que, como os hospitais não possuem ferramentas próprias para o planeamento de cirurgias, o plano cirúrgico é obtido de uma forma manual, por cirurgiões, enfermeiros ou outros funcionários que não conseguem ter em conta todas as restrições impostas pelo Ministério da Saúde, podendo conduzir a uma má gestão dos recursos e ao aumento do tempo em espera dos pacientes inscritos para realização de cirurgias.

Já num trabalho anterior, foi elaborado um modelo matemático para o planeamento de cirurgias eletivas no mesmo Centro Hospitalar, onde foram utilizadas instâncias reais. O modelo gerou bons resultados, mas não pode ser utilizado no Centro Hospitalar já que, para além do *software* utilizado para o executar ser muito dispendioso e não estar disponível no Centro Hospitalar em estudo, não é possível garantir a obtenção da solução ótima em tempo útil. Deste modo, no trabalho agora em elaboração, foram desenvolvidas heurísticas para o planeamento de cirurgias eletivas num Centro Hospitalar público que consistem numa metodologia alternativa que produz bons resultados em menos tempo. Estas heurísticas são explicadas através de um exemplo prático retirado de uma das instâncias fornecidas, para melhor compreensão do seu funcionamento. Por fim, os resultados obtidos são comparados com os obtidos com o modelo matemático e ainda com o que foi efetivamente realizado no Centro Hospitalar em questão.

Como se pretende que os dois hospitais utilizem o programa desenvolvido para obter o seu plano cirúrgico semanal, foi também criada uma interface que permite a execução das heurísticas de uma forma acessível e intuitiva. Deste modo, após a importação da lista de espera é construído o plano cirúrgico semanal para a semana pretendida. Para além disso, é ainda possível fazer alterações às estimativas de duração das cirurgias ou alterar as disponibilidades dos cirurgiões, assim como outras funcionalidades consideradas úteis.

No final do trabalho encontram-se algumas conclusões sobre o trabalho desenvolvido e os resultados obtidos, assim como propostas para um possível trabalho futuro.

Palavras-chave: Heurísticas, Serviços de Saúde, Planeamento de cirurgias eletivas, Pesquisa local

Abstract

This study is part of a project created in partnership with a Hospital Center, formed by two different hospitals, located in Portugal's capital city. Its main goal is to fashion a software that is easy to work with and which optimizes the schedule of elective surgeries, thus improving the Hospital's resource management efficiency.

It was found that, since hospitals do not have their own tools for the planning of surgeries, the surgical plan is obtained manually by surgeons, nurses and other employees who can not take into account all restrictions imposed by the Ministry of Health and may lead to poor management of resources and to the increase in waiting time for patients enrolled for surgery.

In previous work, a mathematical model was developed and tested using the real instances provided by the Hospital Center. Although the model has generated good results, it may not be applied to the Hospital Center because the software used for its development is quite costly and the solution cannot be obtained in a timely manner. Heuristics have been developed to act as alternative methodologies that produce good results in less time. For a better understanding of its operations, these heuristics are explained using a practical example taken from one of the instances provided. Subsequently, the results are compared with those obtained with the mathematical model and also with surgeries actually performed by Hospital Center in question in the same weeks.

Given that it is intended for both hospitals to use the software developed to produce the weekly surgical plan, an interface has been created that allows the application of the heuristics implemented in an accessible and intuitive manner. In this way, after the import of the waiting list, the weekly surgical plan is built for the desired week. Furthermore, the software also allows modifications in terms of surgical duration, as well as other useful functionalities.

In the last part of this study, conclusions and suggestions for future research are presented.

Keywords: Heuristics, Health Services, Elective surgeries planning, local search

Índice

Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Lista de Algoritmos	xiii
Capítulo 1 Introdução.....	1
Capítulo 2 Revisão de Literatura.....	3
2.1. <i>Case Mix Planning Problem</i> e <i>Master Surgery Planning</i>	3
2.2. <i>Elective Case Scheduling</i>	4
2.2.1. Abordagens exatas	4
2.2.2. Abordagens heurísticas	5
2.2.3. Abordagens exatas e heurísticas.....	6
2.3. Conclusões	8
Capítulo 3 O Problema	9
3.1 Descrição do Problema	9
3.2 Base de dados	10
3.2.1. Listas de Espera.....	11
3.2.2. <i>Master Surgical Schedule</i>	14
3.2.3. Registos Históricos.....	15
3.2.4. Lista de Cirurgias	18
Capítulo 4 Heurísticas Desenvolvidas	19
4.1. Heurística Construtiva.....	19
4.1.1. Descrição da Heurística Construtiva	19
4.1.2. Exemplo de Execução	21
4.2. Heurísticas Melhorativas.....	27
4.2.1. Descrição das Heurísticas Melhorativas	28
4.2.2. Exemplo de Execução	35
4.3. Resultados	40
4.3.1. Por especialidade.....	40
4.3.2. Por bloco operatório.....	44
4.3.2.1. Bloco Operatório de Urologia.....	45
4.3.2.2. Bloco Operatório Central (HPV)	46
4.3.2.3. Bloco Operatório Central (HSM).....	47
4.3.2.4. Bloco Operatório de Cirurgia Plástica	52

4.3.1.5. Bloco Operatório de Cirurgia Cardiotorácica	53
4.3.2.6. Bloco Operatório de Cirurgia Pediátrica.....	54
4.3.2.7. Bloco Operatório de Ginecologia.....	55
4.3.2.8. Bloco Operatório de Neurocirurgia.....	56
4.3.2.9. Bloco Operatório de Oftalmologia.....	57
4.3.2.10. Bloco Operatório de Otorrinolaringologia	58
4.3.2.11. Bloco Operatório de Estomatologia	59
4.3.3. Conclusões e outros resultados	60
Capítulo 5 Interface	63
Capítulo 6 Conclusões e Trabalho futuro	71
6.1. Conclusões	71
6.2. Trabalho Futuro.....	72
Referências	73

Lista de Figuras

Figura 3.1. Cirurgias com e sem prazo de realização ultrapassado em janeiro	12
Figura 3.2. Cirurgias com e sem prazo de realização ultrapassado em Abril	12
Figura 3.3. Percentagem de cirurgias com o prazo ultrapassado em janeiro e abril	13
Figura 3.4. Quantidade de cirurgias com o prazo ultrapassado em janeiro e abril	13
Figura 3.5. Número de dias em espera em janeiro	14
Figura 3.6. Número de dias em espera em abril.....	14
Figura 3.7. <i>Master Surgical Schedule</i> utilizado em janeiro	15
Figura 3.8. <i>Master Surgical Schedule</i> utilizado em abril.....	15
Figura 3.9. Média de duração das cirurgias em cada um dos hospitais e conjunta.....	17
Figura 3.10. Comparação entre as durações das cirurgias realizadas no HVP com as médias de duração no HPV e nos dois hospitais.....	17
Figura 4.1. <i>Master Surgical Schedule</i> considerado no exemplo de execução.....	22
Figura 4.2. Evolução das taxas de ocupação, nas duas versões, no exemplo de execução.....	40
Figura 4.3. Evolução da taxa de ocupação na especialidade Cirurgia Geral, em janeiro	41
Figura 4.4. Evolução da taxa de ocupação na especialidade Cirurgia Geral, em abril	41
Figura 4.5. Evolução das taxas de ocupação na instância de janeiro (exceto Cirurgia Geral).....	42
Figura 4.6. Evolução das taxas de ocupação na instância de abril (exceto Cirurgia Geral)	43
Figura 6.1. Janela principal da interface com informação do ficheiro	64
Figura 6.2. Janela principal da interface	64
Figura 6.3. Exemplo de ficheiro da lista de espera	64
Figura 6.4. Excerto de ficheiro da lista dos cirurgiões utilizado.....	64
Figura 6.5. Ficheiro do MSS utilizado no exemplo de execução da interface.....	65
Figura 6.6. Janela principal da interface com as mensagens de texto.....	65
Figura 6.7. Exemplo de alteração dos tempos de limpeza	66
Figura 6.8. Excerto do ficheiro das estimativas	67
Figura 6.9. Caixa de diálogo com informação	67
Figura 6.10. Exemplo de alteração das estimativas	67
Figura 6.11. Caixa de diálogo para verificar as disponibilidades dos cirurgiões.....	68
Figura 6.12. Exemplo de alteração das disponibilidades dos cirurgiões.....	68
Figura 6.13. Exemplo de execução da interface	69

Figura 6.14. Ficheiro do plano cirúrgico semanal obtido no exemplo da interface.....	69
Figura 6.15. Exemplo de ocorrência de erro	70
Figura 6.16. Exemplo de ocorrência de aviso	70

Lista de Tabelas

Tabela 3.1. Quantidade de registros de cirurgias por especialidade.....	16
Tabela 4.1. Designação e peso dos diferentes níveis de prioridade.....	19
Tabela 4.2. Lista de espera considerada no exemplo de execução	23
Tabela 4.3. Lista de espera ordenada antes da execução da heurística construtiva	24
Tabela 4.4. Lista de cirurgias considerada no exemplo de execução.....	25
Tabela 4.5. Excerto da lista de espera associada a uma cirurgia inserida no plano cirúrgico.....	25
Tabela 4.6. Plano cirúrgico semanal obtido após a execução da heurística construtiva, no exemplo de execução	26
Tabela 4.7. Disponibilidades dos cirurgias depois da execução da heurística construtiva, no exemplo	26
Tabela 4.8. Lista de espera ordenada após a execução da heurística construtiva, no exemplo	27
Tabela 4.9. Plano Cirúrgico semanal antes da execução das heurísticas melhorativas	35
Tabela 4.10. Lista de cirurgias antes da execução heurísticas melhorativas	36
Tabela 4.11. Evolução do tempo disponível nos blocos de tempo entre a heurística construtiva e o primeiro tipo de movimentos	37
Tabela 4.12. Plano cirúrgico semanal obtido após a execução do primeiro tipo de movimentos da heurística melhorativa	37
Tabela 4.13. Plano cirúrgico obtido após a execução do segundo tipo de movimentos	38
Tabela 4.14. Plano cirúrgico obtido após a execução do terceiro tipo de movimentos	39
Tabela 4.16. Taxas de ocupação, por especialidade, na instância de abril	44
Tabela 4.15. Taxas de ocupação, por especialidade, na instância de janeiro.....	44
Tabela 4.17. Comparação entre os tempos de execução das heurísticas e do modelo matemático	45
Tabela 4.18. Resultados do bloco operatório de Urologia na instância de janeiro	46
Tabela 4.19. Resultados do bloco operatório de Urologia na instância de abril.....	46
Tabela 4.20. Resultados do bloco operatório Central (HPV) na instância de janeiro.....	48
Tabela 4.21. Resultados do bloco operatório Central (HPV) na instância de abril	49
Tabela 4.22. Resultados do bloco operatório Central (HSM) na instância de janeiro	50
Tabela 4.23. Resultados do bloco operatório Central (HSM) na instância de abril.....	51
Tabela 4.24. Resultados do bloco de Cirurgia Plástica na instância de janeiro	52

Tabela 4.25. Resultados do bloco de Cirurgia Plástica na instância de abril.....	53
Tabela 4.26. Resultados do bloco de Cirurgia Cardiotorácica na instância de janeiro.....	54
Tabela 4.27. Resultados do bloco de Cirurgia Cardiotorácica na instância de abril.....	54
Tabela 4.28. Resultados do bloco de Cirurgia Pediátrica na instância de janeiro	55
Tabela 4.29. Resultados do bloco de Cirurgia Pediátrica na instância de abril	55
Tabela 4.30. Resultados do bloco de Cirurgia Ginecologia na instância de janeiro.....	56
Tabela 4.31. Resultados do bloco de Cirurgia Ginecologia na instância de abril.....	56
Tabela 4.32. Resultados do bloco de Neurocirurgia na instância de janeiro	57
Tabela 4.33. Resultados do bloco de Neurocirurgia na instância de abril	57
Tabela 4.35. Resultados do bloco de Oftalmologia na instância de abril	58
Tabela 4.34. Resultados do bloco de Oftalmologia na instância de janeiro	58
Tabela 4.36. Resultados do bloco de Otorrinolaringologia na instância de janeiro.....	59
Tabela 4.37. Resultados do bloco de Otorrinolaringologia na instância de abril	59
Tabela 4.38. Resultados do bloco de Estomatologia na instância de janeiro.....	60
Tabela 4.39. Resultados do bloco de Estomatologia na instância de abril	60

Lista de Algoritmos

Algoritmo 4.1. Descrição da Heurística Construtiva	21
Algoritmo 4.2. Descrição do movimento A	30
Algoritmo 4.3. Descrição do movimento B	31
Algoritmo 4.4. Descrição do movimento C	32
Algoritmo 4.5. Descrição do movimento D	33
Algoritmo 4.6. Descrição do movimento E	34
Algoritmo 4.7. Descrição do movimento F	34

Capítulo 1

Introdução

O Serviço Nacional de Saúde (SNS) português surgiu no final da década de 70 com o intuito de fornecer serviços de saúde a todos os cidadãos portugueses. Esta iniciativa surge após alterações políticas e sociais originárias da reestruturação política portuguesa decorrida nessa década. O seu principal objetivo é a envolvimento e ação do Estado na saúde pública e individual. Para isso, promove a prevenção, diagnóstico e tratamento dos pacientes. Deste modo, todas as estruturas de saúde pública nacional são regidas pelo SNS que, por sua vez, é controlado pelo Ministério da Saúde.

O Ministério da Saúde tem como missão definir e conduzir a política nacional de saúde, garantindo uma aplicação e utilização dos seus recursos de forma sustentável e ainda a avaliação dos seus resultados. O Ministério da Saúde, em relação ao SNS, compromete-se a regulamentar, planear, financiar, orientar, acompanhar, avaliar, fazer auditoria e inspecionar.

Atualmente, uma das grandes dificuldades que o SNS enfrenta é a elevada dimensão das listas de espera para cirurgias eletivas e o seu aumento progressivo. Para além disso, no Centro Hospitalar em estudo as cirurgias eletivas são marcadas à mão por cirurgiões ou outros funcionários do hospital, sem forma de garantir que todas as regras impostas pelo SNS são verificadas, podendo causar assim uma insuficiência dos recursos e/ou uma gestão deficiente da lista de espera, o que potencia o seu aumento. Esta situação provoca descontentamento por parte dos utentes que são muito prejudicados com esperas desapropriadas levando-os muitas vezes a optar por realizar as suas cirurgias em hospitais privados. Surge então a necessidade de criar uma ferramenta de fácil utilização capaz de elaborar rapidamente um bom plano cirúrgico que conduza a uma melhor organização dentro do Centro Hospitalar conjugando a capacidade de reduzir a lista de espera com uma melhor utilização dos recursos.

Existem diferentes tipos de cirurgias: de emergência, urgentes e eletivas. Nas cirurgias de emergência e urgentes o paciente corre risco de vida e, por isso, estas têm que ser realizadas no prazo de 6 e 24 horas, respetivamente. As cirurgias eletivas são cirurgias que podem ser planeadas, sendo usual que o paciente seja sujeito a exames antes do procedimento cirúrgico. No presente trabalho apenas são consideradas cirurgias eletivas já que são as únicas passíveis de marcação.

O presente trabalho faz parte de um projeto em parceria com um Centro Hospitalar situado em Lisboa e tem como objetivo o planeamento de cirurgias eletivas garantindo a verificação das restrições impostas pelo SNS e pelo Centro Hospitalar em causa. Anteriormente, foi desenvolvido um modelo em programação linear inteira com vista ao planeamento das cirurgias eletivas do Centro Hospitalar referido, resolvido recorrendo ao *software* CPLEX. Apesar dos resultados aí obtidos terem sido bastante favoráveis, o programa utilizado não pode ser adquirido pelo hospital e, para além disso, dado que é um problema com uma complexidade elevada, pode demorar muito tempo a determinar uma solução admissível de boa qualidade. Nestas situações, as heurísticas são ótimas ferramentas para colmatar este problema, uma vez que produzem boas soluções em muito menos tempo e podem ser executadas através de uma interface em qualquer computador sem pagamento de licenças.

Como já foi referido anteriormente, uma das principais razões que motivam a criação de uma ferramenta que faça o planeamento das cirurgias é a elevada dimensão das listas de espera que acarreta problemas para o hospital. Por outro lado, é do interesse do hospital uma melhor utilização dos seus

recursos, isto é, maximizar o tempo de utilização das salas de operação. Portanto, o foco do presente trabalho será aumentar a taxa de ocupação das salas com o intuito que estas sejam utilizadas de uma forma eficiente, não descartando as restrições impostas pelo Serviço Nacional de Saúde.

O trabalho foi dividido em seis capítulos. No segundo capítulo é apresentada uma revisão de literatura sobre o tema em estudo. No terceiro é descrito o problema e são apresentados todos os ficheiros utilizados, sendo feita uma análise ao registo de cirurgias e às listas de espera que serão utilizadas para testar a eficiência das heurísticas produzidas. No quarto capítulo são explicadas todas as heurísticas desenvolvidas, é apresentado um exemplo da sua execução e ainda todos os resultados e comparações entre os resultados obtidos através das heurísticas, do modelo matemático e ainda do registo do que foi efetivamente realizado pelo Centro Hospitalar. No quinto capítulo é apresentada e explicada a interface desenvolvida. Por fim, no sexto e último capítulo são apresentadas as conclusões retiradas do trabalho e ainda possíveis linhas de trabalho futuro.

Capítulo 2

Revisão de Literatura

A Investigação Operacional é uma área de estudo em constante evolução. Nos últimos anos tem-se vindo a observar um aumento no número de trabalhos na área e, consequentemente, da sua aplicação em vários tipos de problemas. Escalonamento de pessoal, rotas de distribuição, gestão de stocks e planeamento de recursos são alguns dos inúmeros exemplos da sua aplicação nas mais diversas áreas.

A área da saúde tem por isso apostado nesta área para solucionar alguns dos seus problemas, como é o caso do planeamento de cirurgias eletivas. Este problema tem sido muito estudado ao longo dos anos, pelo que existem diversos trabalhos realizados sobre o mesmo.

Usualmente, o planeamento de cirurgias eletivas está dividido em três níveis de decisão: nível estratégico, nível tático e nível operacional. Os três níveis estão encadeados, sendo que para ser tomada uma decisão para o nível tático é obrigatório ser conhecida a decisão do nível estratégico e ainda, para obter a solução do nível operacional utiliza-se as soluções obtidas nos dois níveis anteriores.

Resumidamente, no nível estratégico, o primeiro a ser executado, denominado por *Case Mix Planning Problem*, o principal objetivo será a afetação de recursos, isto é, a distribuição do tempo disponível nas salas pelas diferentes especialidades cirúrgicas. O nível tático, mais conhecido na literatura por *Master Surgery Planning* visa produzir um *Master Surgical Schedule (MSS)*. Um MSS é um plano semanal que indica, para cada sala e para cada dia de semana a especialidade a que está afeta e a correspondente disponibilidade horária. Finalmente, o nível operacional utiliza o MSS desenvolvido no nível anterior para afetar os pacientes de acordo com o estipulado pelo Serviço Nacional de Saúde e com as regras de funcionamento de cada hospital. Este nível, designado por *Elective Case Scheduling*, encontra-se dividido em dois problemas: *advanced scheduling* e *allocation scheduling*. A diferença entre estes dois problemas é que no primeiro os pacientes são afetos a blocos de tempo onde não é especificada a ordem pela qual as cirurgias são realizadas enquanto que no segundo, são sequenciados e/ou afetos a determinado horário. Neste caso, a execução é adiada tanto quanto possível com o intuito de reduzir o nível de incerteza.

O presente trabalho está enquadrado no terceiro nível, ou seja, o nível operacional no problema de *advanced scheduling* e assim sendo, neste capítulo irão ser revistos alguns trabalhos realizados nos vários níveis apresentados, mas mais aprofundadamente no nível onde se enquadra esta dissertação.

2.1. *Case Mix Planning Problem e Master Surgery Planning*

A primeira fase de planeamento, que consiste em distribuir o tempo disponível nas salas e blocos operatórios pelas diferentes especialidades, denomina-se por *Case Mix Planning*. A modelação dos problemas relacionados com esta fase é usualmente realizada em programação linear, linear inteira ou

linear inteira mista onde os seus principais objetivos são, por exemplo, reduzir as listas de espera, minimizar custos ou maximizar a utilização dos recursos do hospital.

Em 1985, Hughes e Soliman [1] desenvolveram um modelo que tem como objetivo aumentar os lucros do hospital, criando para isso um sistema baseado em grupos. Esses grupos são construídos de acordo com os diagnósticos de cada paciente em lista de espera. O modelo foi desenvolvido em programação linear e tem como objetivo determinar a combinação ótima dos tempos a atribuir a cada grupo, anualmente, tendo em conta as restrições de capacidade do hospital em questão. Ainda sobre o *Case Mix Planning*, em 2009, Ma et al. [2] desenvolveram um estudo que visa maximizar os lucros hospitalares garantindo a verificação da capacidade dos recursos do hospital. Assim, foi produzido um modelo matemático com o objetivo de gerar um esquema de alocação de recursos do hospital utilizando como metodologia um algoritmo em programação linear inteira e *branch-and-price*. Estes são alguns dos diversos exemplos de estudos existentes relativamente à primeira fase de planeamento cujo objetivo é maximizar o retorno financeiro do hospital.

O *Master Surgery Planning* tem, como o nome indica, o objetivo de produzir o *Master Surgical Schedule*, isto é, um plano semanal que designa, para cada sala e para cada dia da semana, que especialidade é aí afeta e ainda quanto tempo ela pode estar em funcionamento. Sempre que se achar conveniente este plano semanal pode ser alterado, de modo a satisfazer da melhor maneira possível as necessidades do hospital.

Van Oostrum et al. [3], em 2008 desenvolvem um modelo matemático que produz um *MSS*, contendo restrições probabilísticas, isto é, um modelo em programação linear inteira estocástica. O seu principal objetivo é melhorar a utilização dos recursos do hospital, mais precisamente das salas de operação, tendo em atenção a necessidade de camas nas unidades de pós-operatório. Como o modelo matemático resultante é computacionalmente inacessível, propõe-se numa primeira fase, uma abordagem através do método de geração de colunas para maximizar a utilização das salas de operação e, na segunda fase é utilizada a solução obtida anteriormente para resolver o modelo exato.

Por fim, em 2009, Beliën et al. [4] através de diversas metodologias usualmente utilizadas em problemas de otimização, desenvolvem um sistema de apoio à decisão que permite a construção de um *MSS*. Assim, o sistema produzido foi baseado em técnicas de programação inteira mista, programação quadrática, problemas multiobjetivo e ainda uma meta-heurística sustentada num procedimento de *simulated annealing*. Deste modo, após a execução do programa, são obtidas diferentes soluções e cabe ao utilizador decidir qual o plano que mais lhe interessa.

2.2. Elective Case Scheduling

Este nível de planeamento tem como objetivo afetar os pacientes às salas existentes nos blocos operatórios, segundo o *MSS* estabelecido no nível de planeamento anterior. Na literatura encontram-se trabalhos com três tipos de abordagens recorrendo a modelos exatos, heurísticas e ainda conjugando as duas anteriores. A presente secção está dividida em três subsecções, consoante o tipo de abordagem utilizada.

2.2.1. Abordagens exatas

Min e Yih [5], em 2010, desenvolveram um modelo em programação dinâmica estocástica para a resolução de um problema de agendamento de cirurgias eletivas de pacientes, com diferentes prioridades, onde a capacidade do hospital é limitada. Quando existe disponibilidade, os pacientes com prioridade mais alta são selecionados na lista de espera e colocados no plano cirúrgico. No início de cada período, a decisão sobre o número de pacientes a serem agendados baseia-se na escolha entre o custo do trabalho extraordinário e o custo de adiamento da cirurgia. A aplicação deste modelo produziu

diferenças significativas relativamente à redução das listas de espera e melhoramento da utilização dos recursos do hospital, comparativamente a planos que ignoram a prioridade do paciente.

Conjuntamente com um hospital sediado na Noruega, Mannino et al. [6], em 2012, estudam o problema de planeamento de cirurgias eletivas com o objetivo de produzir uma alocação adequada dos recursos aos grupos cirúrgicos. Assim, foram realizadas duas variantes: a primeira visa minimizar a dimensão das listas de espera nas diferentes especialidades enquanto que a segunda minimiza o recurso a horas extra. Deste modo, para a resolução do problema, os autores recorreram a uma nova formulação desenvolvida em programação linear inteira mista. Como ambos os problemas exigem estimativas dos níveis de procura e, como essa estimativa é incerta, desenvolveram ainda uma aproximação no que diz respeito à segunda variante considerada. Por fim, foram apresentados os resultados obtidos através de instâncias reais fornecidas pelo hospital.

Numa vertente multicritério, Ogulata e Erol [7], em 2003, desenvolvem um conjunto de modelos em programação matemática para gerar planos semanais cirúrgicos. As metas consideradas nesses modelos são a utilização máxima da capacidade da sala de cirurgia, a distribuição das operações entre grupos de cirurgiões em termos de dias de operação, tempos de duração de operação e minimização dos tempos de espera dos pacientes. Devido à dificuldade computacional dos modelos, o problema geral é dividido em fases segundo uma hierarquia: em primeiro lugar é efetuada uma seleção de pacientes, de seguida, são atribuídas operações aos diferentes grupos de cirurgiões e, finalmente, são determinadas as datas e salas de operação. Os modelos desenvolvidos, em programação linear inteira mista, foram testados nas instâncias fornecidas por um hospital sediado na Turquia.

Mais recentemente, em 2017, Marques e Captivo [8], apresentam três versões modeladas em programação linear inteira mista para o planeamento de cirurgias eletivas num hospital público português. A primeira versão, a versão Administração, consiste em selecionar os pacientes de acordo com a sua prioridade e antiguidade em lista de espera; a segunda versão considerada, designada por versão Cirurgiões, que é a utilizada pelos cirurgiões, marca as cirurgias pela ordem inversa de entrada dos pacientes em lista de espera; por fim, a terceira e última versão é mista, baseada nas duas anteriores. No que diz respeito às estimativas de duração e permanência dos pacientes em sala, é apresentada uma abordagem diferente, sem a necessidade de assumir uma determinada distribuição para esses parâmetros aleatórios. Os agendamentos obtidos foram analisados quanto à qualidade e solidez, e também comparados com os planos cirúrgicos realizados pelo hospital, tendo-se obtido resultados bastante favoráveis.

2.2.2. Abordagens heurísticas

Com o foco em melhorar a ocupação das salas no que diz respeito ao planeamento de cirurgias eletivas, Dexter et al. [9], em 2002, desenvolvem uma metodologia inovadora onde os pacientes e os cirurgiões, em conjunto, escolhem o dia da cirurgia. A equipa de anestesia e enfermagem é depois ajustada de modo a maximizar a eficiência do uso dos blocos operatórios. Deste modo, são desenvolvidas duas heurísticas construtivas onde são utilizadas duas regras distintas: *Earliest Start Time* e *Latest Start Time*. Os resultados foram obtidos através de instâncias reais fornecidas por um hospital e mostram que as duas heurísticas produzem bons resultados.

Em 2002, Hans et. al [10], com o objetivo de maximizar a utilização da capacidade do hospital e minimizar o risco de horas extra ou cancelamento de cirurgias, propõem várias heurísticas construtivas e métodos de pesquisa local. O estudo foi realizado em colaboração com um hospital académico na Holanda que forneceu dados históricos que foram utilizados para obter estimativas de duração de cirurgias e assim minimizar a folga necessária entre cirurgias. Assim, os resultados obtidos mostram que a combinação de técnicas avançadas de otimização com extensos registos estatísticos sobre durações de cirurgias pode melhorar significativamente a utilização dos blocos operatórios.

Fei et. al [11], em 2011, estudam um problema de planeamento de cirurgias recorrendo a uma estratégia diferente onde nenhum horário é reservado a um cirurgião em particular. Deste modo, é desenvolvido um algoritmo heurístico com base em programação dinâmica. O objetivo do algoritmo é maximizar a eficiência das salas de operações e minimizar o custo das horas extras. Os resultados computacionais mostram que o algoritmo é eficiente, especialmente em instâncias de elevada dimensão.

Através de uma parceria com um hospital público de Lisboa, em Marques et al. [12] (2015) são considerados dois objetivos: maximizar a ocupação dos blocos operatórios e maximizar o número de cirurgias programadas. Nesse sentido, é apresentado um problema bicritério de agendamento de cirurgias eletivas onde é utilizada a minimização de uma distância ponderada de Chebyshev para um ponto de referência. Assim, é desenvolvido um procedimento heurístico construtivo e de melhoramento e são apresentados os resultados computacionais obtidos. Este estudo mostra que, utilizando uma abordagem bicritério é possível a obtenção de planos cirúrgicos com níveis de desempenho muito favoráveis. Para além disso, pode facilmente ser adaptado para outros hospitais com condições de agendamento semelhantes. No mesmo ano, Marques e Captivo [13], desenvolvem uma outra metodologia em otimização bicritério utilizando um algoritmo evolucionário para aproximar o conjunto de soluções não dominadas do problema. Os testes computacionais realizados demonstram um bom desempenho do algoritmo proposto onde são obtidas boas soluções em menos de 80 segundos.

No seguimento do trabalho realizado por Marques e Captivo [8], em Mateus [14] e Mateus et al. [15] são desenvolvidas heurísticas construtivas e de melhoramento, utilizando pesquisa local, para as três versões apresentadas. As heurísticas aí produzidas obtiveram bons resultados com melhor eficiência computacional.

Ferreira [16], em 2017, desenvolve um modelo em programação linear inteira, em parceria com um Centro Hospitalar português, com o intuito de otimizar a utilização dos recursos disponíveis e ainda melhorar o acesso por parte dos utentes. Os resultados foram obtidos através do CPLEX e são bastantes satisfatórios, tendo-se obtido soluções admissíveis, situadas a menos de 1% do valor ótimo. Estes resultados são confrontados com o que foi realizado no hospital tendo-se concluído que os recursos do hospital poderiam ser muito melhor utilizados e ainda haver uma redução das suas listas de espera.

Em 2018, Molina-Pariente et. al [17], abordam um problema estocástico de planeamento que consiste em atribuir uma data e uma sala a cirurgias em lista de espera. Os seus objetivos são a minimização dos custos das horas extras e ainda do custo associado a exceder as capacidades do hospital. Para resolver o problema com durações estocásticas, é proposto um método de otimização que combina um método de pesquisa local iterativo *greedy* e simulação de Monte Carlo. Os resultados apresentados confirmam a eficiência dos algoritmos desenvolvidos.

2.2.3. Abordagens exatas e heurísticas

Roland et al. [18], em 2010, propõem um processo de planeamento composto por duas fases sequenciais: uma fase de planeamento seguida por uma fase de programação. Os autores afirmam que, devido a esta decomposição, as soluções podem tornar-se muito melhores. Na produção do plano cirúrgico é integrado o fator humano no procedimento de otimização, enfatizando as suas disponibilidades. Neste estudo, para além da formulação em programação linear inteira mista, é ainda proposta uma heurística baseada em algoritmos genéticos para combater os elevados tempos de execução inerentes a este tipo de modelos em programação matemática.

Fei et. al [19], em 2010, desenvolvem um projeto que visa construir um plano cirúrgico semanal onde os blocos de tempos estão afetos a cirurgiões em vez de especialidades. Pressupõe-se que as salas de operação sejam multifuncionais e os objetivos do planeamento são maximizar a utilização das salas de operação e minimizar o custo das horas extra e o tempo desocupado entre cirurgias. Este problema é resolvido em duas fases: a primeira consiste em atribuir uma data de planeamento a cada paciente e, em seguida, é determinada a sequência dos pacientes selecionados anteriormente tendo em conta a

disponibilidade dos recursos hospitalares. A primeira fase do problema é descrita por um modelo de programação inteira com particionamento de conjuntos que é resolvido por um procedimento heurístico baseado na geração de colunas. Por outro lado, a segunda fase é resolvida através de um algoritmo genético híbrido. Os resultados computacionais foram comparados com vários planos cirúrgicos reais fornecidos por um hospital universitário belga e apresentaram menos tempo desocupado entre cirurgias, melhor uso das salas e ainda menos horas extra utilizadas.

Em 2007, Beliën e Demeulemeester [20], propõem diversos modelos para a construção de um plano cirúrgico. Os modelos desenvolvidos envolvem dois tipos de restrições: de procura e de capacidade. As restrições de procura garantem que cada cirurgião (ou grupo cirúrgico) tenha um número específico de salas de cirurgia enquanto que, as restrições de capacidade limitam as salas disponíveis em cada dia. Para além disso, o número de pacientes a serem operados e o tempo de permanência de cada paciente na sala de cirurgia dependem do tipo de cirurgia. Ambos são considerados estocásticos, seguindo uma distribuição multinomial. São ainda desenvolvidas heurísticas baseadas em programação inteira mista. Este problema está enquadrado no nível tático e operacional, simultaneamente.

Em 2015, Aringhieri et. al [21], estudam um problema que visa determinar, com horizonte temporal de uma semana, a afetação de blocos de tempo às especialidades e a conjuntos de pacientes. O objetivo deste artigo é ampliar e generalizar as abordagens existentes no planeamento de cirurgias. Em primeiro lugar, permitindo horários que incluam pacientes que precisam de estadia nos finais de semana e, em segundo lugar, abordando simultaneamente os níveis de decisão de planeamento e programação de pacientes. A função objetivo usada neste estudo procura otimizar tanto na vertente do paciente (reduzindo os custos do tempo de espera) como na vertente hospitalar (reduzindo os custos de produção, medidos em termos do número de camas de permanência nos finais de semana exigidos pelo planeamento cirúrgico). Deste modo, para além da modelação em programação linear inteira binária, é desenvolvida uma heurística de dois níveis para resolver o problema. A sua eficácia é demonstrada através um conjunto de instâncias baseadas em dados reais.

Em 2012, Marques et al. [22], constroem um modelo em programação linear inteira com o objetivo de empregar de um modo mais eficiente os recursos instalados no bloco cirúrgico de um hospital em Lisboa, para além de melhorar o seu serviço cirúrgico. Neste caso o hospital não tinha um *MSS* pelo que estava estabelecido que a especialidade a operar em cada sala seria a associada à primeira cirurgia afeta nessa sala. Assim, é realizado um planeamento para agendar cirurgias eletivas a partir da lista de espera e com o intuito de maximizar o uso da sala cirúrgica. As soluções não ótimas são melhoradas através do desenvolvimento de uma heurística simples e eficiente. A aplicação dessa heurística efetivamente melhora quase todas as soluções não ótimas. Os resultados foram analisados e comparados com o desempenho real do centro cirúrgico desse hospital. Essa análise revela que as soluções obtidas com essa abordagem cumprem as condições impostas pelo hospital e melhoram o uso do bloco cirúrgico. Este trabalho pode ser considerado um problema de *Master Surgery Scheduling* e de *Elective Case Scheduling*, em simultâneo.

Ainda em 2012, Marques et al. [23], realizaram um estudo semelhante ao anterior, acrescentando a função objetivo que visa maximizar a redução da lista de espera. Deste modo, estamos agora perante um problema com dois objetivos conflituosos: maximizar a ocupação dos blocos operatórios e ainda maximizar o número de cirurgias planeadas. Para solucionar este problema bicritério, os autores apresentam um modelo em programação linear inteira e ainda heurísticas construtivas e de melhoramento, especialmente delineadas para solucionar o problema em questão. As heurísticas desenvolvidas neste trabalho apresentaram bons resultados para ambos os objetivos subjacentes, utilizando poucos recursos computacionais. Em 2014, Marques et al. [24] estudaram o mesmo problema desenvolvendo agora duas versões de uma heurística baseada num algoritmo genético e aplicando-as aos dados reais. Os resultados mostram que essa abordagem melhora a qualidade dos planos cirúrgicos hospitalares à luz dos objetivos considerados, exigindo muito menos recursos para a construção dos planos cirúrgicos.

2.3. Conclusões

Após a análise de alguns dos trabalhos realizados nesta área pode afirmar-se que, existem diversas metodologias e estratégias no combate aos problemas existentes atualmente, no que diz respeito ao planeamento de cirurgias eletivas em muitos hospitais. Desde os mais variados modelos em programação linear, linear inteira ou linear inteira mista que são resolvidos por algoritmos adequados e que produzem soluções de boa qualidade, tem-se ainda uma quantidade imensa de heurísticas. As heurísticas são de diversos tipos, tais como, pesquisa local, algoritmos genéticos, *simulated annealing*, entre outros que, à sua maneira, produzem bons resultados de um modo eficiente.

Pôde ainda observar-se que existem estudos sobre o planeamento de cirurgias que utilizam a modelação em programação linear onde as soluções obtidas são de boa qualidade apesar de serem obtidas com elevados tempo de execução. Outros estudos utilizam apenas heurísticas na sua realização onde obtêm os resultados de um modo mais eficiente em detrimento de não garantirem a obtenção da solução ótima. Por outro lado, constatou-se que em alguns estudos, as duas opções referidas são conjugadas. Em qualquer uma das situações apresentadas, os resultados obtidos foram bastante satisfatórios.

Capítulo 3

O Problema

Neste capítulo é descrito o problema em questão, explicada e analisada a origem e conteúdo da base de dados fornecida.

3.1 Descrição do Problema

Os dados utilizados no problema são referentes ao Centro Hospital Lisboa Norte, constituído por dois hospitais: Hospital Santa Maria (HSM) e Hospital Pulido Valente (HPV). Este Centro Hospitalar conta com 11 blocos operatórios, 14 especialidades e 28 salas em funcionamento, nas datas consideradas. Dos 11 blocos, dois são denominados por blocos operatórios centrais e, portanto, operam diversas especialidades, um localizado no HSM e o outro no HPV; os restantes 9, operam apenas a especialidade dos serviços em que estão incluídas, salvo raras exceções.

As especialidades existentes no Centro Hospitalar são: Cirurgia Geral (HSM), Cirurgia Geral (HPV), Cirurgia Cardiorácica (CCT), Cirurgia Pediátrica (CPD), Cirurgia Plástica (CPL), Cirurgia Torácica (CT), Cirurgia Vascular (CVA), Estomatologia (EST), Ginecologia (GIN), Neurocirurgia (NEU), Oftalmologia (OFT), Ortopedia (ORT), Otorrinolaringologia (ORL) e Urologia (URO). Existia ainda uma outra especialidade, Obstetrícia, que não é considerada neste problema uma vez que os dados fornecidos não continham uma dimensão significativa desta especialidade. Foi também desprezado, no problema, o bloco operatório de queimados já que não existem cirurgias de outras especialidades nesse bloco e, essa especialidade não consta em nenhuma das listas de espera consideradas.

Os pacientes que aguardam cirurgias encontram-se numa lista de espera denominada por LIC (Lista de Inscritos para Cirurgia) devidamente discriminados com todas as informações consideradas relevantes para o Hospital proceder à marcação da cirurgia.

São considerados quatro níveis de prioridade relativamente a cirurgias eletivas segundo o que está previsto na legislação em vigor ([25] e [26]). O nível 4, Urgência diferida, é o mais prioritário sendo que os pacientes nesta situação devem ser operados num prazo máximo de 3 dias, isto é, 72 horas; no nível 3 tem-se o grau de prioridade denominado por Muito prioritário sendo 15 dias o prazo para a realização da cirurgia; o nível 2, Prioritário, tem um prazo de 60 dias para a cirurgia ser realizada e, por fim, o nível menos prioritário, designado por Normal, conta com 270 dias de margem para a realização da intervenção cirúrgica. Estes níveis de prioridade ditam a urgência de cada paciente a ser operado e são fundamentais na seleção dos pacientes para o plano cirúrgico semanal a concretizar. A data limite para a realização de cada operação é calculada através do seu nível de prioridade em concordância com a data em que são inseridos na lista de espera.

O plano cirúrgico a realizar tem como horizonte temporal uma semana de segunda a sexta-feira e é realizado na sexta-feira anterior à semana que se pretende planear. Contudo, o plano poderá sofrer algumas alterações ao longo da semana por impossibilidade de realização de alguma das cirurgias agendadas, por ter entrado algum paciente urgente diferido ou ainda pela maior ou menor duração de algumas cirurgias. De acordo com os prazos estipulados, todas as cirurgias de nível designado por

Urgência diferida terão de ser realizadas na segunda-feira, já que têm um prazo máximo de 72 horas. Caso isso não seja possível, as cirurgias em questão são realizadas numa sala de urgência que não é considerada neste problema. Assim, se existirem cirurgias nesta situação é enviada uma mensagem de aviso ao utilizador para que esse problema possa ser solucionado.

Para além das regras mencionadas, o plano deve respeitar as condições do *Master Surgical Schedule* (MSS). O MSS indica, para cada sala e para cada dia da semana, a especialidade que foi atribuída e o tempo disponível, em minutos. Assim, o plano indicará apenas os pacientes que estão afetos a cada sala e em cada dia, sendo indiferente a ordem pela qual as cirurgias são realizadas. O MSS é feito pelo Centro Hospitalar e é fixo, sendo que pode ir sofrendo algumas alterações ao longo dos meses. Os MSS utilizados são os que estavam em vigor nas datas das instâncias facultadas para a realização do programa.

O tempo que uma sala se encontra ocupada está dividido em períodos distintos: cuidados anestésicos pré e pós-operatório, a intervenção cirúrgica e a limpeza da sala. Assim, o paciente está presente nos períodos referentes à anestesia e intervenção cirúrgica enquanto o cirurgião apenas está durante o processo da cirurgia. Quando o paciente entra na sala, é inicializado o procedimento anestésico. Após a concretização da cirurgia, o cirurgião abandona a sala e o paciente é submetido aos cuidados anestésicos pós-operatório. Por fim, é efetuada uma limpeza na sala da cirurgia onde o tempo considerado para a sua realização neste problema é fixo.

Sobre cada paciente em lista de espera foi calculada uma estimativa da permanência em sala e da duração da cirurgia de acordo com a especialidade e procedimento a que vai ser sujeito. Sabe-se ainda qual é o cirurgião que irá realizar a cirurgia sendo que, os cirurgiões têm um limite de horas diário e semanal para realizar cirurgias.

No planeamento das cirurgias o objetivo será alocar as cirurgias de acordo com as regras impostas pelo SNS já mencionadas e ainda que os recursos do hospital sejam utilizados da melhor forma possível, isto é, que as salas estejam o máximo tempo possível ocupadas, com cirurgias. Para isso, contabiliza-se a taxa de ocupação total das salas e o objetivo será maximizar esta taxa. Note-se que, sempre que for referida a taxa de ocupação neste trabalho, esta não tem em conta o tempo de limpeza, uma vez que o principal foco é uma boa gestão dos recursos do hospital e, por isso, pretende-se aumentar a ocupação das salas quando estas estão em cirurgia e não em limpeza.

Para realizar o plano cirúrgico semanal será necessário determinar a sala, o bloco e o dia a que cada paciente será afeto, tal que a sala selecionada esteja afeta à especialidade pretendida e que esta possua tempo disponível de acordo com a estimativa associada ao procedimento da cirurgia em causa. É ainda indispensável que o cirurgião não tenha esgotado os seus limites diário e semanal estipulados. Segundo regras estabelecidas pelo Centro Hospitalar, o bloco operatório de Urologia apenas poderá realizar cirurgias do âmbito ambulatorio e, o bloco operatório de Otorrinolaringologia, à sexta-feira, apenas realiza cirurgias a crianças com menos de 8 anos.

Os pacientes são selecionados de acordo com a sua prioridade e antiguidade em lista de espera, segundo os critérios impostos pelo SNS. Em caso de empate nos parâmetros mencionados, o critério de desempate será a duração em sala, isto é, escolher primeiro as cirurgias mais longas uma vez que o objetivo do problema é utilizar da melhor maneira os recursos do hospital e por isso, maximizar a taxa de ocupação das salas.

3.2 Base de dados

A base de dados utilizada contém, para cada uma de duas semanas de 2016, uma lista de espera, um *Master Surgical Schedule* e o registo das cirurgias efetivamente realizadas. Contém também o registo de todas as cirurgias realizadas nos dois hospitais entre 2013 e 2015 de modo a ser possível calcular estimativas para as durações das cirurgias a planear.

3.2.1. Listas de Espera

As listas de espera são referentes a duas semanas, uma em janeiro e outra em abril de 2016. Sobre cada paciente em lista de espera retirou-se: o seu número interno, data de nascimento, número do seu processo na lista de espera, data de inclusão em lista de espera, prioridade, âmbito da cirurgia, especialidade, código da designação do procedimento da cirurgia, estado de inscrição do paciente e, por fim, o cirurgião atribuído à cirurgia.

O número interno do paciente é um número pessoal e intransmissível atribuído ao paciente; a data de nascimento do paciente em causa será fundamental para satisfazer restrições de idade, por exemplo, em blocos de tempo que só permitam realizar cirurgias a crianças; o número do processo na lista de espera é relativo a cada cirurgia em lista de espera; a data de inclusão em lista de espera, juntamente com a prioridade, ditam a ordem de seleção das cirurgias para o plano cirúrgico semanal; o âmbito da cirurgia informa se é ambulatoria ou convencional, isto é, se o paciente necessita de pernoitar no hospital ou se tem alta no próprio dia (ou no prazo máximo de 24 horas); a especialidade, como o nome indica, diz qual é a especialidade a que a cirurgia está afeta; o código de designação do procedimento da cirurgia indica, por meio de um código, qual o tipo de cirurgia associada e será fundamental para fazer a ligação com as estimativas; o estado de inscrição do paciente indica se este está, ou não, inscrito na lista de espera onde aqui serão apenas considerados os pacientes inscritos; e, finalmente tem-se informação do médico cirurgião que irá realizar a cirurgia.

A primeira lista de espera considerada diz respeito a 29 de janeiro de 2016 e a semana de planeamento associada a essa lista é de 1 a 5 de fevereiro do mesmo ano. A lista de abril foi retirada no dia 15 de abril de 2016 e a correspondente semana de planeamento está compreendida entre 18 e 22 de abril. Para facilitar a compreensão, denominemos a primeira lista de espera por instância ou lista de espera de janeiro e a segunda por instância ou lista de espera de abril. Nas listas de espera fornecidas, existem muitas cirurgias cujo prazo de realização foi ultrapassado. Dessas, muitas cuja data limite para a sua realização já foi ultrapassada há muitos meses ou até anos, pelo que se acredita que estes pacientes tenham optado por hospitais privados e, portanto, que a lista de espera não se encontra devidamente atualizada.

Relativamente à lista de espera de janeiro, sabe-se que contém 7468 pacientes dos quais, são considerados apenas 6713 já que os restantes não se encontram no estado “Inscrito”. A especialidade com mais pacientes em lista de espera é Oftalmologia, que é também uma das especialidades que tem menos cirurgias com a data limite de cirurgia vencida (percentagem inferior a 1%). Por outro lado, a Cirurgia Pediátrica não conta com nenhum paciente cuja data limite para a realização da cirurgia foi ultrapassada, pelo que se conclui que o planeamento de cirurgias destas duas especialidades tem um bom funcionamento.

O mesmo não se pode afirmar relativamente às especialidades: Cirurgia Plástica, Cirurgia Vascular e Neurocirurgia cujas percentagens de cirurgias que já ultrapassaram o prazo de realização são superiores a 30%. Estes valores são preocupantes e revelam os problemas que o hospital enfrenta nos seus sistemas de planeamento cirúrgico.

No que diz respeito à outra instância, relativa ao mês de abril, a sua lista de espera conta com 7320 pacientes, dos quais apenas 7312 estão inscritos. Tal como na lista de espera de janeiro, Cirurgia Pediátrica não contém um único paciente na lista de espera cujo prazo de realização da cirurgia esteja ultrapassado o que fortalece a tese de que o planeamento das cirurgias desta especialidade tem sido efetuado de forma eficiente. As especialidades Cirurgia Plástica, Cirurgia Vascular e Neurocirurgia continuam a ser as que têm mais cirurgias que já ultrapassaram o prazo de realização. Note-se ainda que as especialidades Ortopedia e Cirurgia Vascular contam com mais de mil cirurgias nesta lista de espera. Nas figuras 3.1 e 3.2 pode observar-se a quantidade de cirurgias em lista de espera e ainda dessas, quantas que têm o seu prazo de realização ultrapassado, por especialidade, em 29 de janeiro e 15 de abril de 2016.

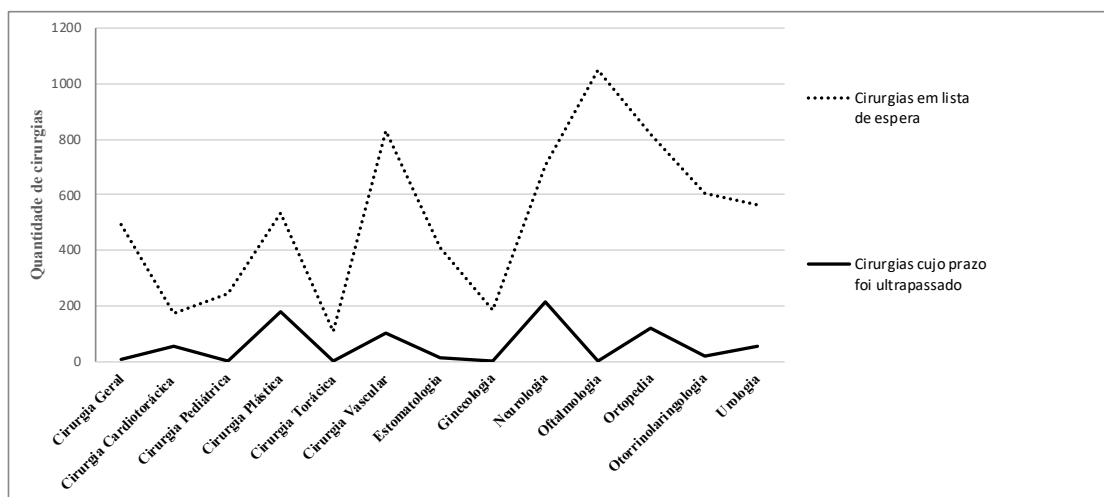


Figura 3.1. Cirurgias com e sem prazo de realização ultrapassado em janeiro

Pela observação dos gráficos referidos pode concluir-se que algumas especialidades cumprem bem as regras impostas, uma vez que têm poucas cirurgias ou até nenhuma (no caso da Cirurgia Plástica) com o seu limite de execução ultrapassado. No entanto há muitas outras especialidades que por terem muitas cirurgias em lista de espera não conseguem dar vazão a todas. Para além disso, verificou-se ainda que, de janeiro para abril as especialidades que apresentam maiores dificuldades no planeamento cirúrgico são as mesmas, o que era expectável pois um défice desta grandeza necessita de tempo e ferramentas adequadas para ser solucionado. Do mesmo modo, as especialidades que tinham bons resultados em janeiro, no que diz respeito à quantidade de cirurgias com prazo de realização ultrapassado, continuam a tê-los em abril.

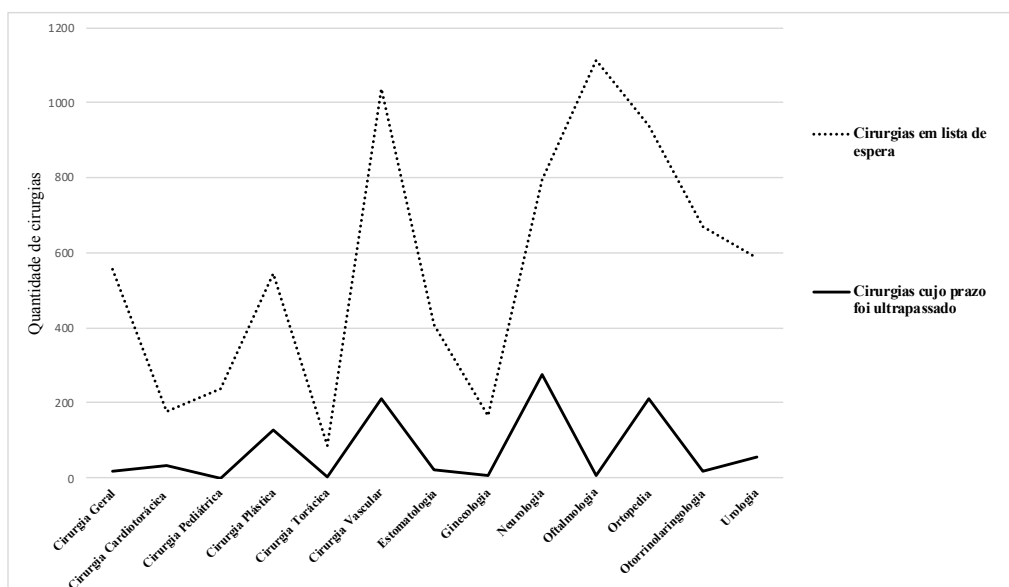


Figura 3.2. Cirurgias com e sem prazo de realização ultrapassado em Abril

Para compreender melhor a evolução da lista de espera entre janeiro e abril de 2016 e assim perceber quais as especialidades mais carenciadas e o porquê dessa carência foram produzidos dois gráficos: um mostra a percentagem de cirurgias com prazo ultrapassado em cada especialidade, nos dois meses considerados; o outro o número de cirurgias por especialidade. Estes correspondem às figuras 3.3 e 3.4 onde se pode verificar a oscilação da quantidade de cirurgias existentes em LIC e ainda a percentagem de cirurgias com prazo de realização ultrapassado, por especialidade.

Observa-se que, nas especialidades Cirurgia Cardiorádica e Cirurgia Plástica a percentagem de cirurgias cujo limite foi vencido diminuiu substancialmente enquanto o número de cirurgias em lista de espera aumentou. Em adição, na Cirurgia Torádica também se verifica uma diminuição da percentagem de cirurgias com prazo de realização ultrapassado acompanhada pela descida da quantidade de cirurgias em lista de espera. Tal como referido anteriormente, a Cirurgia Pediátrica não conta com nenhuma cirurgia com o prazo de realização ultrapassado em ambos os meses. De um modo semelhante, as especialidades: Cirurgia Geral, Cirurgia Torádica, Estomatologia, Ginecologia, Oftalmologia e Otorrinolaringologia apresentam relativamente poucas cirurgias com atraso sendo a sua percentagem menor que 5%. Ao contrário da Cirurgia Cardiorádica, Cirurgia Plástica, Cirurgia Vascular, Neurocirurgia e Ortopedia que têm uma elevada percentagem de cirurgias cujo prazo de realização foi ultrapassado, para além de muitas cirurgias em LIC.

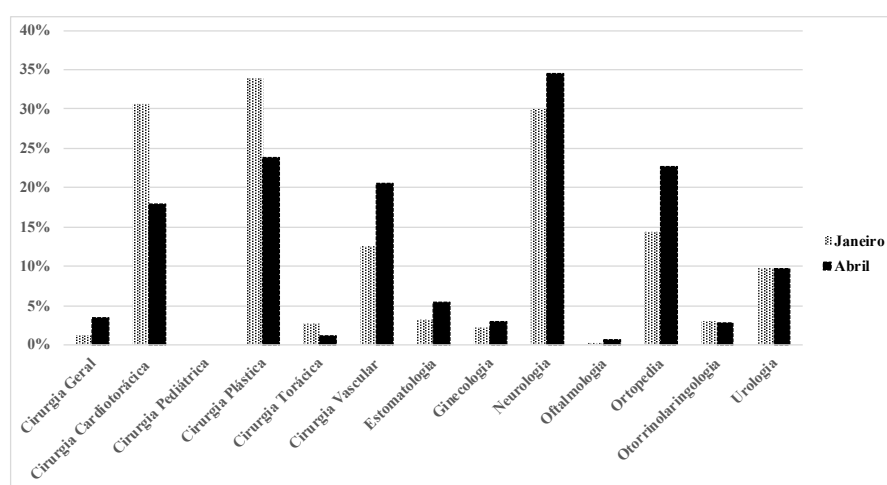


Figura 3.3. Percentagem de cirurgias com o prazo ultrapassado em janeiro e abril

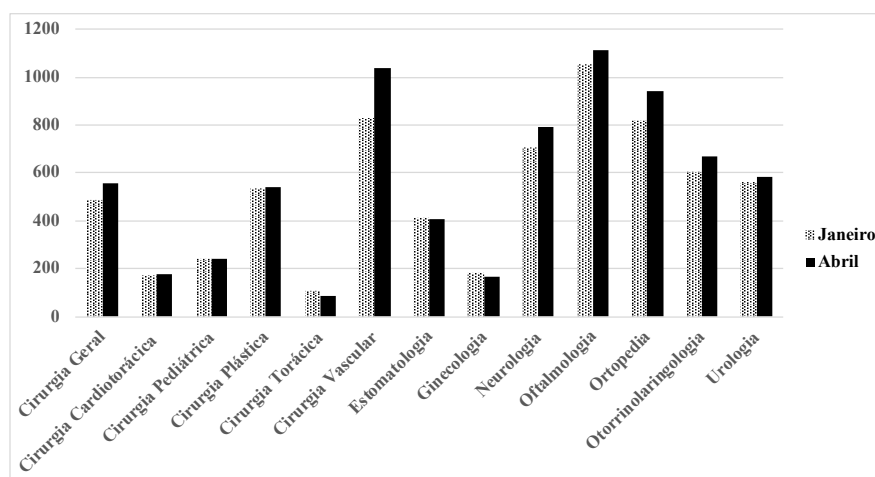


Figura 3.4. Quantidade de cirurgias em janeiro e abril

Em resumo, verificou-se a existência de lacunas na execução do plano cirúrgico devido ao elevado número de cirurgias em lista de espera e, para além disso, muitas cirurgias com o prazo de realização ultrapassado. Assim, fez-se ainda uma análise relativamente ao número de dias que estas cirurgias se encontram em LIC. Nos gráficos de dispersão apresentados nas figuras 3.5 e 3.6 pode observar-se que, existem muitas cirurgias que estão em lista de espera há mais de um ano. Ainda assim, a maioria está concentrada entre os 0 e 200 dias de espera. Constata-se ainda que o tempo de espera em abril é superior ao tempo de espera em janeiro sendo a média de dias em espera de 131 e 136, para janeiro e abril, respetivamente.

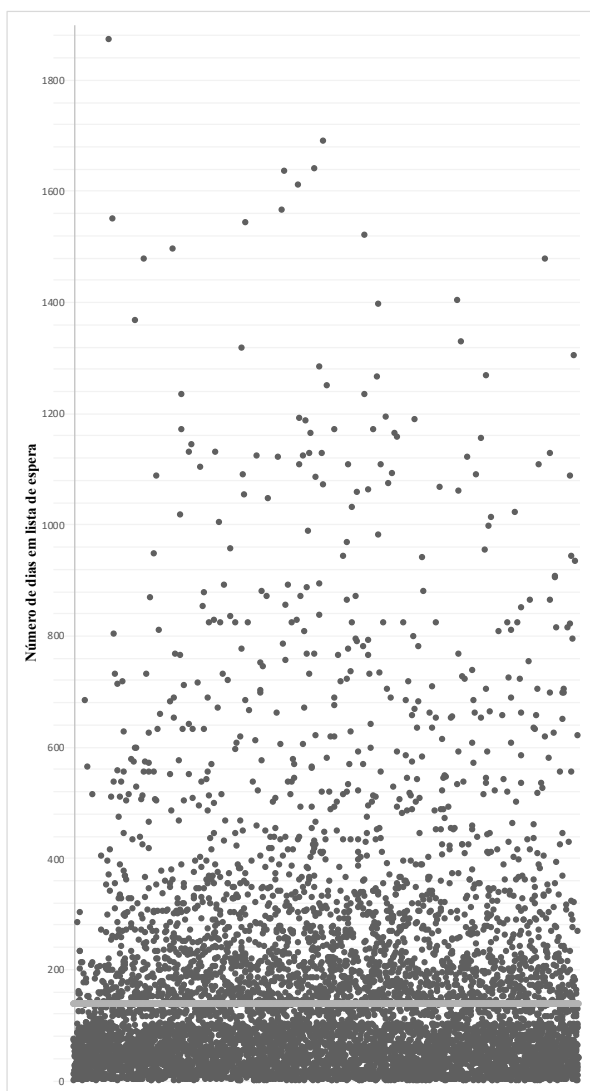


Figura 3.5. Número de dias em espera em janeiro

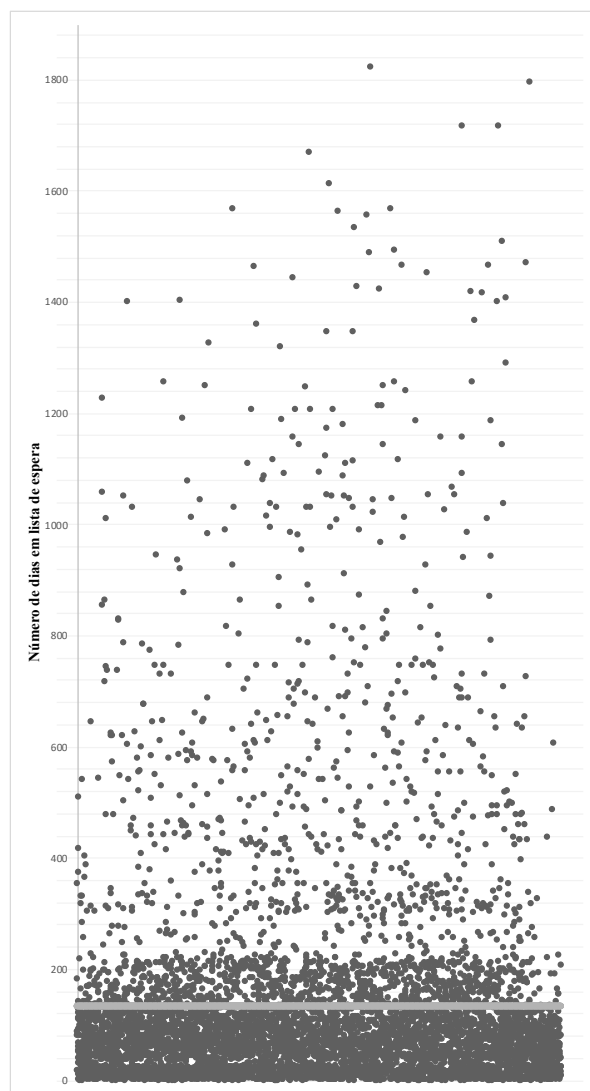


Figura 3.6. Número de dias em espera em abril

3.2.2. *Master Surgical Schedule*

O *Master Surgical Schedule* (MSS) é um plano que constitui uma das bases mais importantes para a concretização do planeamento cirúrgico. Isto é, cada linha do MSS representa uma sala do Centro Hospitalar sendo indicado o respetivo bloco operatório. Para cada dia (útil) da semana tem-se assim informação sobre a especialidade afeta a cada sala e ainda a quantidade de tempo disponível, em minutos.

Como referido anteriormente, o principal objetivo do programa desenvolvido para o planeamento cirúrgico, para além de satisfazer as restrições impostas pelo SNS, é utilizar de uma forma mais eficiente os recursos do hospital, ou seja, aumentar a ocupação das salas com realização de cirurgias, tendo em atenção a quantidade de vezes que a sala é limpa já que, após cada intervenção cirúrgica é executado um ciclo de limpeza. O tempo de limpeza estimado que é considerado na execução do plano cirúrgico é fixo, tendo por isso uma percentagem de ocupação diferente em cada bloco de tempo consoante a disponibilidade do mesmo. Nas figuras 3.7 e 3.8 são apresentados os MSS utilizados em janeiro e abril de 2016.

Bloco	Sala	Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		
		Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	
1	1	URO	300	URO	300	URO	300	URO	300	URO	300	
	A	xxx	0	CG	660	EST	360	xxx	0	CCT	360	
	B	CG	420	CG	420	CG	420	CVA	420	CG	360	
	C	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	ORL	660	
	D	CT	660	CT	420	CT	660	CT	420	CPL	360	
	E	NEU	360	ORT	360	xxx	0	xxx	0	xxx	0	
2	F	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	
	1A	ORT	660	ORT	420	ORT	660	ORT	420	ORT	660	
	1B	ORT	420	ORT	660	ORT	420	ORT	660	ORT	420	
	2A	CG	660	CG	420	CG	660	CG	420	CG	0	
	2B	CG	420	CG	660	CG	420	CG	660	CG	660	
	3A	CVA	660	CVA	420	CVA	660	CVA	420	CVA	0	
3	3B	URO	420	URO	660	URO	420	URO	660	URO	420	
	A	CPL	420	CPL	420	CPL	420	EST	420	CPL	420	
	B	CPL	660	CPL	390	CPL	660	CPL	390	CPL	660	
	1	CCT	780	CCT	480	CCT	480	CCT	780	CCT	780	
	2	CCT	480	CCT	780	CCT	780	CCT	480	CCT	480	
	1	CPD	330	CPD	330	CPD	450	CPD	450	CPD	450	
4	2	CPD	450	CPD	450	CPD	0	CPD	330	CPD	0	
	1	GIN	330	GIN	330	GIN	330	GIN	330	GIN	330	
	2	GIN	330	GIN	0	GIN	0	GIN	330	GIN	330	
	A	NEU	480	NEU	480	NEU	720	NEU	480	NEU	720	
	B	NEU	720	NEU	720	NEU	480	NEU	720	NEU	480	
	1	OFT	390	OFT	480	OFT	480	OFT	390	OFT	390	
5	2	OFT	390	OFT	390	OFT	390	OFT	390	OFT	390	
	A	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	
	B	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	
	1	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	
	11	1	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300
	1	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	

Figura 3.7. Master Surgical Schedule utilizado em janeiro

Bloco	Sala	Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		
		Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	
1	1	URO	300	URO	300	URO	300	URO	300	URO	300	
	A	xxx	0	CG	420	EST	360	xxx	0	EST	360	
	B	CG	660	CG	660	CG	360	CVA	360	CG	360	
	C	CT	420	CT	360	CT	660	CT	360	ORL	660	
	D	ORL	360	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	
	E	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	
2	F	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	
	1A	ORT	660	ORT	420	ORT	660	ORT	420	ORT	660	
	1B	ORT	420	ORT	660	ORT	420	ORT	660	ORT	420	
	2A	CG	660	CG	420	CG	660	CG	420	CG	420	
	2B	CG	420	CG	660	CG	420	CG	660	CG	660	
	3A	CVA	660	CVA	420	CVA	660	CVA	420	CVA	660	
3	3B	URO	420	URO	660	URO	420	URO	660	URO	360	
	A	CPL	390	CPL	420	CPL	420	EST	420	CPL	390	
	B	CPL	420	CPL	660	CPL	360	CPL	660	CPL	420	
	1	CCT	0	CCT	480	CCT	480	CCT	480	CCT	780	
	2	CCT	780	CCT	780	CCT	480	CCT	780	CCT	480	
	1	CPD	330	CPD	450	CPD	450	CPD	450	CPD	450	
4	2	CPD	450	CPD	330	CPD	0	CPD	330	CPD	0	
	1	GIN	330	GIN	330	GIN	330	GIN	330	GIN	330	
	2	GIN	330	GIN	0	GIN	0	GIN	330	GIN	330	
	A	NEU	720	NEU	480	NEU	720	NEU	720	NEU	480	
	B	NEU	480	NEU	720	NEU	480	NEU	480	NEU	480	
	1	OFT	480	OFT	480	OFT	480	OFT	390	OFT	390	
5	2	OFT	390	OFT	390	OFT	480	OFT	390	OFT	390	
	A	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	
	B	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	
	1	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	
	11	1	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300
	1	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	

Figura 3.8. Master Surgical Schedule utilizado em abril

3.2.3. Registos Históricos

Foram fornecidos os registos de todas as operações realizadas entre 2013 e 2015 e ainda das duas semanas consideradas em 2016. Sobre estes registos foram retiradas as informações: número do registo, código da especialidade, código do procedimento, hora de início e de fim da cirurgia e hora de entrada e de saída da sala. Assim, havia registo de 89442 cirurgias realizadas no Centro Hospitalar em estudo. A estes foram eliminados os registos repetidos, os que tinham durações nulas ou não tinham informação de alguma das horas mencionadas. De seguida, foram ainda desprezados todos os registos da especialidade Obstetrícia já que esta não iria ser considerada no planeamento. Assim, obteve-se um total de 70391 cirurgias, que foram divididas por especialidade, tendo-se a distribuição de registos como

demonstrado na tabela 3.1. Repare-se que a especialidade com maior frequência no registo é Cirurgia Geral, quando realizada no Hospital Santa Maria sendo por isso a que possivelmente terá estimativas melhores. Por outro lado, a Cirurgia Torácica é a que tem menos ocorrências.

Tabela 3.1. Quantidade de registos de cirurgias por especialidade

Especialidade	Quantidade
Cirurgia Geral (HSM)	12201
Cirurgia Geral (HPV)	1793
Cirurgia Cardiorádica	3916
Cirurgia Pediátrica	2920
Cirurgia Plástica	4072
Cirurgia Torácica	1713
Cirurgia Vascular	4828
Estomatologia	3678
Ginecologia	4187
Neurocirurgia	3902
Oftalmologia	9019
Ortopedia	5335
Otorrinolaringologia	6461
Urologia	6366
Total	70391

Relativamente a cada cirurgia contida no registo, tem-se informação da correspondente especialidade, do hospital onde foi realizada e ainda do procedimento que foi utilizado. Note-se que uma especialidade contém vários procedimentos cirúrgicos e, um determinado procedimento pode estar associado a diferentes especialidades. De forma que, os registos foram separados por especialidade e foram calculadas as estimativas da duração da cirurgia e do tempo que o paciente esteve na sala para cada procedimento cirúrgico. As estimativas foram obtidas através da média aritmética, onde foi utilizada a média da especialidade, nos procedimentos em que a amostra é menor que 10 já que, nesses casos, a dimensão é reduzida e, consequentemente, não produziria uma boa estimativa.

Na especialidade Cirurgia Geral aparece discriminado nos registos em que hospital foi concretizada cada cirurgia. Assim, foram comparadas as médias dos procedimentos existentes nos dois hospitais com o intuito de perceber se as durações das cirurgias diferem consoante o hospital onde são realizadas. Como foi referido, apenas é considerada a média de um determinado procedimento caso este tenha mais de 10 registos, caso contrário a estimativa utilizada será a média da especialidade. Desse modo, tem-se que a média obtida para essa especialidade nos dois hospitais é 122 minutos enquanto que, se for calculada separadamente é 127 minutos no Hospital Santa Maria e 86 no Hospital Pulido Valente. Verifica-se que existe uma grande diferença entre as médias globais dos dois hospitais. No entanto a diferença significativa entre as duas médias não é suficiente para tomar a decisão de utilizar as médias calculadas separadamente e, por isso, foi realizada uma análise mais profunda aos registos.

Assim, numa primeira fase, compararam-se as médias dos procedimentos que tinham mais de dez registos e que constavam nos dois hospitais, com a média calculada a partir da junção dos registos dos dois hospitais. A figura 3.9 representa assim as estimativas de alguns procedimentos com mais de 10 registos, considerando cada hospital e ainda a estimativa conjunta. Pela observação do mesmo é possível verificar que a diferença das médias na maioria dos procedimentos é notória chegando a 123 minutos. De um modo geral, é possível verificar que as cirurgias realizadas no Hospital Pulido Valente são mais

curtas do que no Hospital Santa Maria. Acredita-se que a causa destas diferenças possa estar no facto de se tratarem de hospitais distintos com condições, material cirúrgico e equipa técnica diferentes.

De seguida, foram comparadas as durações das cirurgias realizadas no HPV com a sua média e ainda com a média conjunta. Pela figura 3.10. observa-se que, de um modo geral, a maioria das durações das cirurgias do Hospital Pulido Valente se distribuem mais próximo da média das cirurgias do próprio Hospital do que da média conjunta. Deste modo, decidiu-se utilizar como estimativa das durações das cirurgias, nesta especialidade, as médias obtidas consoante o hospital onde foram realizadas.

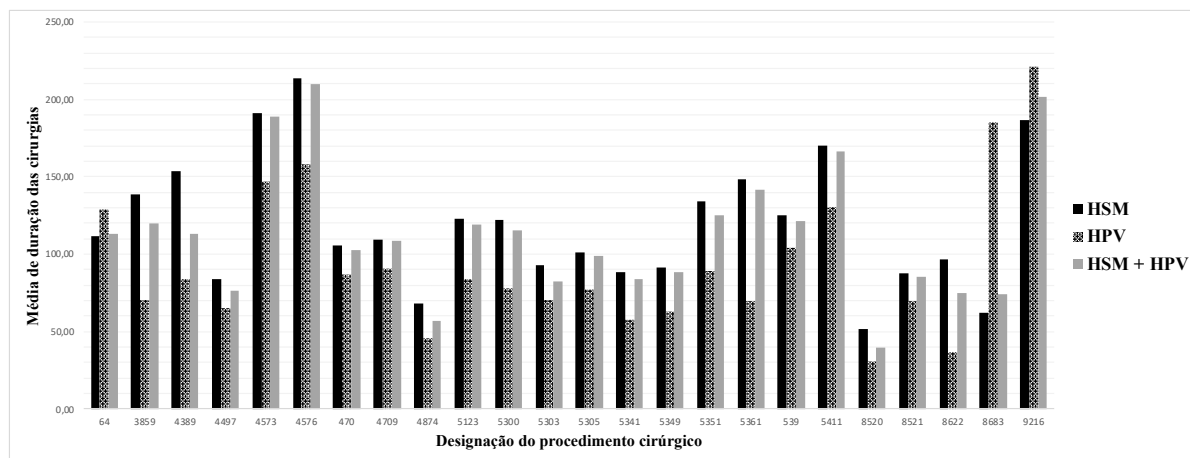


Figura 3.9. Média de duração das cirurgias em cada um dos hospitais e conjunta

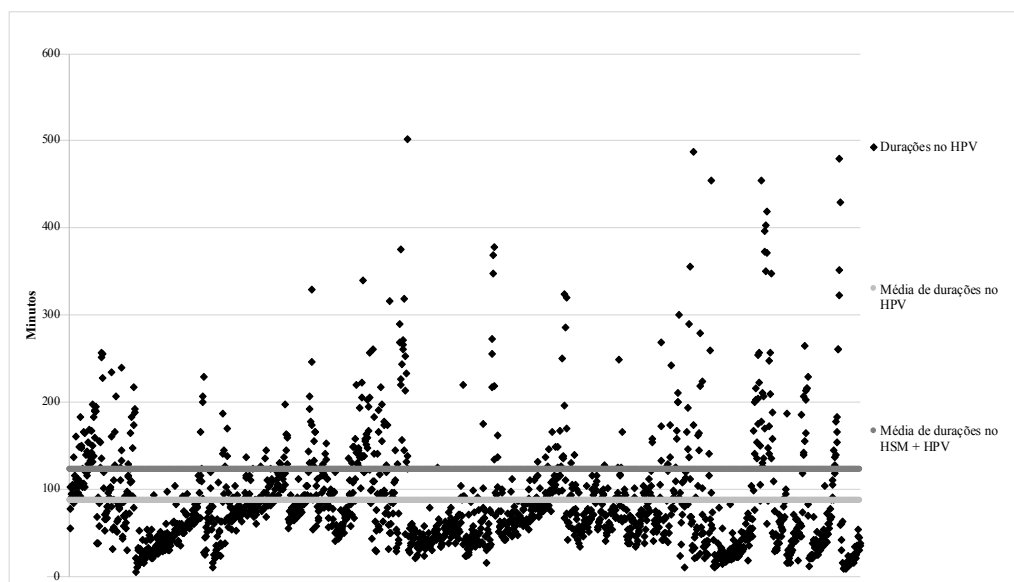


Figura 3.10. Comparação entre as durações das cirurgias realizadas no HPV com as médias de duração no HPV e nos dois hospitais

3.2.4. Lista de Cirurgiões

As listas de cirurgiões consideradas neste trabalho foram criadas a partir dos cirurgiões existentes nas respectivas listas de espera. Desse modo, supõe-se que todos os cirurgiões mencionados na lista de espera estavam disponíveis nas semanas consideradas e ainda que, a sua disponibilidade diária e semanal é fixa. No entanto, para alargar as funcionalidades do programa criado, na interface produzida existe a opção de inserir uma lista de cirurgiões atualizada ou ainda alterar algum dos limites de disponibilidade dos mesmos. Em suma, apenas poderão ser planeadas cirurgias cujo cirurgião associado conste na lista de cirurgiões considerada.

Capítulo 4

Heurísticas Desenvolvidas

As heurísticas são processos de determinação de soluções de boa qualidade em pouco tempo computacional para problemas de difícil resolução. Neste capítulo são explicadas e expostas as heurísticas desenvolvidas bem como os resultados por elas obtidos. Apresenta-se ainda uma exemplificação da execução das heurísticas. Por fim, são enumeradas algumas conclusões.

4.1. Heurística Construtiva

Uma heurística construtiva permite a obtenção de uma solução admissível com base num conjunto de regras estipulado, adaptadas ao problema em questão.

4.1.1. Descrição da Heurística Construtiva

A heurística construtiva desenvolvida tem como objetivo determinar uma boa solução admissível para o problema, isto é, determinar um plano cirúrgico para uma semana, de acordo com o *MSS*. Para a execução da heurística construtiva, é necessária a importação dos ficheiros com a lista de espera, o *MSS* e as estimativas de durações. Numa primeira fase foram calculados os indicadores sobre cada paciente em lista de espera: fator e idade.

O parâmetro fator foi calculado de acordo com a antiguidade e prioridade de cada paciente em lista de espera. Para cada nível de prioridade é atribuído um peso consoante o número de dias que os pacientes com esse nível ainda podem esperar para a realização da cirurgia, como mostrado na tabela 4.1. Repare-se que ao nível de prioridade 4, designado por Urgência diferida, é atribuído um peso muito mais elevado do que os outros com o intuito de garantir que estes pacientes são operados à segunda-feira. Caso isso não seja possível esses pacientes são transferidos para uma sala de urgência (não considerada neste trabalho). Assim, o parâmetro fator é calculado da seguinte forma: número de dias que o paciente está em lista de espera vezes o peso de acordo com o seu nível de prioridade. Note-se que, o fator máximo para um paciente (exceto os pacientes de Urgência diferida) dentro dos limites estipulados é 270. Quando o fator associado a algum paciente excede esse valor sabe-se que o prazo para a realização da sua cirurgia já foi ultrapassado. Por fim a lista de espera é ordenada por ordem não crescente de fator e, em seguida, de duração estimada de permanência do paciente em sala.

Tabela 4.1. Designação e peso dos diferentes níveis de prioridade

Nível de prioridade	Designação	Máximo espera (dias)	Peso
1	Normal	270	1
2	Prioritário	60	4,5
3	Muito prioritário	15	18
4	Urgência diferida	3	9999

Para cada paciente presente na lista de espera, pela ordem estabelecida, procura-se uma sala e um dia no *MSS* que ainda tenha tempo disponível de acordo com a estimativa da duração em sala e tendo em consideração que o paciente selecionado não poderá constar no plano (cada paciente só pode ser planeado para uma única cirurgia na semana de planeamento). Denomine-se por bloco de tempo uma sala num dia da semana.

Se a especialidade da cirurgia selecionada for Cirurgia Geral, como existem duas estimativas de duração nesta especialidade, a pesquisa do bloco de tempo é realizada de modo a dar prioridade ao hospital onde a cirurgia demora menos tempo, com o intuito de otimizar a utilização dos recursos do Centro Hospitalar. Se for encontrado um bloco de tempo que possua tempo disponível para realizar a cirurgia, é necessário que as seguintes condições sejam verificadas: o cirurgião agregado ao paciente tenha tempo disponível; à sexta-feira, no bloco operatório de Otorrinolaringologia, são apenas operadas crianças até aos 8 anos; e o bloco operatório de Urologia só efetua cirurgias de âmbito ambulatorio. Assim, se todas as condições acima referidas forem satisfeitas o paciente é afeto ao bloco de tempo selecionado e passa-se para o paciente seguinte na lista de espera até que sejam percorridos todos os pacientes em lista de espera ou esgotado todo o tempo disponível em todos os blocos de tempo existentes.

Quando um paciente é afeto a um determinado bloco de tempo é-lhe atribuído um indicador, denominado por binário, com valor 1 que indica que a sua cirurgia foi adicionada ao plano cirúrgico semanal. Inicialmente, todos os pacientes têm valor binário nulo.

Resumindo, nesta primeira fase são inseridas todas as cirurgias que couberem de acordo com a ordenação da lista de espera efetuada e com as disponibilidades ditadas pelo *MSS*.

Algoritmo 4.1. Descrição da Heurística Construtiva

```
for all paciente em lista de espera ordenada
  if o paciente ainda não estiver planeado
    if a especialidade não for Cirurgia Geral
      Encontrar o primeiro bloco de tempo que tenha tempo disponível
    else
      Encontrar o primeiro bloco de tempo que tenha tempo disponível (se a especialidade for
      Cirurgia Geral é dada prioridade ao hospital que tenha menor estimativa de duração)
    end if
  if existir algum bloco de tempo disponível
    afetar = True
    if o cirurgião não tiver tempo disponível para realizar a cirurgia em questão
      afetar = False
    end if
    if o bloco de tempo pertencer ao bloco operatório de Urologia e o âmbito associado ao paciente
    for convencional
      afetar = False
    end if
    if o bloco de tempo for na sexta-feira e o bloco operatório for o de Otorrinolaringologia e o
    paciente selecionado tiver mais de 8 anos
      afetar = False
    end if
    if afetar = True
      Atualizar a lista de espera, o MSS, a lista dos cirurgiões e o plano cirúrgico
    end if
  end if
end for
```

4.1.2. Exemplo de Execução

Nesta secção é apresentado um exemplo de execução da heurística construtiva. O *MSS* e a lista de espera considerados neste exemplo são apresentados na figura 4.1. Note-se que, na execução das heurísticas apenas são considerados os blocos de tempo afetos à especialidade acima referida e que esta especialidade está presente na sala B pertencente ao bloco 2, localizada no Hospital Pulido Valente e a sala 2A do bloco 3 no Hospital Santa Maria, como assinalado na figura. A instância utilizada na execução da heurística construtiva é uma extração de uma das instâncias fornecida pelo Centro Hospitalar, apresentada na tabela 4.2, que conta com 63 pacientes da especialidade Cirurgia Geral. A semana está compreendida entre 18 e 22 de abril de 2016 sendo a heurística executada na sexta-feira anterior, 15 de abril. O tempo de limpeza considerado neste exemplo é de 15 minutos.

Bloco	Sala	Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira	
		Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos	Especialidade	Minutos
1	1	URO	300	URO	300	URO	300	URO	300	URO	300
2	A	xxx	0	EST	420	EST	360	xxx	0	EST	360
	B	CG	360	CG	360	CG	360	CVA	360	CG	360
	C	CT	420	CT	360	CT	660	CT	360	ORL	660
	D	ORL	360	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0
	E	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0
	F	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0	xxx	0
3	1A	ORT	660	ORT	420	ORT	660	ORT	420	ORT	660
	1B	ORT	420	ORT	660	ORT	420	ORT	660	ORT	420
	2A	CG	360	CG	420	CG	360	CG	420	CG	420
	2B	CVA	420	CVA	360	CVA	420	CVA	360	CVA	360
	3A	CVA	660	CVA	420	CVA	660	CVA	420	CVA	660
	3B	URO	420	URO	660	URO	420	URO	660	URO	360
4	A	CPL	390	CPL	420	CPL	420	EST	420	CPL	390
	B	CPL	420	CPL	660	CPL	360	CPL	660	CPL	420
5	1	CCT	0	CCT	480	CCT	480	CCT	480	CCT	780
	2	CCT	780	CCT	780	CCT	780	CCT	780	CCT	480
6	1	CPD	330	CPD	450	CPD	450	CPD	450	CPD	450
	2	CPD	450	CPD	330	CPD	0	CPD	330	CPD	0
7	1	GIN	330	GIN	330	GIN	330	GIN	330	GIN	330
	2	GIN	330	GIN	0	GIN	0	GIN	330	GIN	330
8	A	NEU	720	NEU	480	NEU	720	NEU	720	NEU	480
	B	NEU	480	NEU	720	NEU	480	NEU	480	NEU	480
9	1	OFT	390	OFT	480	OFT	480	OFT	390	OFT	390
	2	OFT	390	OFT	390	OFT	390	OFT	390	OFT	390
10	A	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360
	B	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360	ORL	360
11	1	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300	EST	300

Figura 4.1. *Master Surgical Schedule* considerado no exemplo de execução

Para cada paciente da lista de espera foi calculado o fator consoante a sua antiguidade e prioridade em lista de espera, determinada a sua idade e atribuído o valor zero ao indicador ‘binário’ de todos os pacientes já que nenhum foi ainda adicionado ao plano cirúrgico semanal. De seguida, adicionam-se as durações estimadas de acordo com a especialidade e procedimento associado a cada cirurgia. Repare-se que existem duas estimativas para a duração de uma cirurgia e para o tempo previsto para a permanência do paciente em sala consoante o hospital. Finalmente, ordena-se a lista de espera por ordem não crescente de fator e de duração em sala. Na tabela 4.3. é apresentado um excerto da lista de espera, agora ordenada e com os parâmetros acima referidos adicionados onde foram ocultadas as colunas referentes à especialidade e inscrito já que seria igual para todas as cirurgias pertencentes na lista de espera considerada neste exemplo.

A lista de cirurgias correspondente à instância de abril contém 337 cirurgias enquanto que, a do exemplo apenas conta com 23. Assim, criou-se também uma lista de cirurgias para esta instância com os 23 cirurgias e atribuiu-se a disponibilidade de 360 minutos diários e 1512 semanais a cada um. A lista apresenta-se na tabela 4.4.

Tabela 4.2. Lista de espera considerada no exemplo de execução

Paciente	Data Nasc	n° LIC	Data LIC	Prioridade	Âmbito	Especialidade	Cód Op	Inscrito	Cirurgião
1788875	16-12-1938	11970025	05-02-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5361	Inscrito	31991
712219	07-02-1946	11986865	18-02-2015	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	4939	Inscrito	21089
2260486	22-03-1976	12334065	14-01-2016	Prioritário	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	631	Inscrito	14988
108237	02-07-1977	12017385	11-03-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	8522	Inscrito	30295
1281810	22-02-1941	12016525	11-03-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4939	Inscrito	19395
2068980	30-07-1970	12056905	10-04-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4382	Inscrito	23302
1854897	19-06-1963	12066426	22-04-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4495	Inscrito	28606
2267938	29-10-1965	12343925	27-01-2016	Prioritário	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	4952	Inscrito	31988
308425	02-01-1930	12099585	19-05-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	8683	Inscrito	33061
271595	17-09-1975	12113025	26-05-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	8589	Inscrito	40697
2043110	24-04-1942	12347663	03-02-2016	Prioritário	Convencional	CIRURGIA GERAL	4576	Inscrito	26628
2266465	04-05-1967	12123125	04-06-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5361	Inscrito	33061
1107259	27-05-1966	12128585	11-06-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	34725
79956	14-12-1961	12128572	11-06-2015	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	863	Inscrito	40697
2278163	26-12-1986	12131447	16-06-2015	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	4024	Inscrito	33061
2111069	15-06-1953	12135415	19-06-2015	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	64	Inscrito	24398
188165	04-02-1956	12137128	23-06-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5369	Inscrito	33061
1924784	16-08-1948	12149565	03-07-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	3859	Inscrito	33061
105360	01-01-1951	12155545	08-07-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	28606
2288431	06-05-1966	12170865	21-07-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5305	Inscrito	33061
75182	30-03-1953	12173225	22-07-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4651	Inscrito	19395
1194663	07-11-1942	12173645	22-07-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5351	Inscrito	14988
1010593	22-10-1969	12361850	17-02-2016	Prioritário	Convencional	CIRURGIA GERAL	6849	Inscrito	28606
259348	24-03-1979	12191685	06-08-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	23302
2302016	23-08-1959	12197725	12-08-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	7051	Inscrito	28606
718166	20-05-1935	12205725	19-08-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4912	Inscrito	19395
123812	10-04-1935	12213065	25-08-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5361	Inscrito	23930
1763994	08-08-1981	12223725	03-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4469	Inscrito	35638
1834012	03-04-1952	12227845	07-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4694	Inscrito	19340
2295067	27-11-1984	12227145	07-09-2015	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	4939	Inscrito	19395
99930	12-07-1959	12228725	08-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5361	Inscrito	33061
74470	25-12-1959	12228847	08-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5341	Inscrito	33061
1375024	29-03-1943	12232225	09-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5369	Inscrito	31988
1667616	09-08-1966	12233105	10-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4431	Inscrito	35638
2252542	25-10-1935	12236511	14-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5785	Inscrito	31988
965095	23-03-1968	12236507	14-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4939	Inscrito	19395
2108872	21-10-1973	12237185	15-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4876	Inscrito	21089
1782036	06-05-1951	12238805	16-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	415	Inscrito	31988
993834	28-01-1962	12239348	17-09-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4496	Inscrito	35638
680003	23-06-1936	12259666	07-10-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	7054	Inscrito	28606
1941730	31-12-1953	12260228	08-10-2015	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	5363	Inscrito	23598
1202693	30-05-1967	12260165	08-10-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4382	Inscrito	23302
568043	01-10-1944	12261851	12-10-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5369	Inscrito	19395
912473	29-07-1948	12267076	19-10-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4651	Inscrito	19395
2165136	03-04-1968	12270986	22-10-2015	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	8531	Inscrito	40697
1551892	04-01-1958	12273447	27-10-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	30202
279163	01-03-1939	12274805	28-10-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4652	Inscrito	31988
2280145	05-06-1967	12274511	28-10-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	28606
1629473	07-05-1967	12290946	19-11-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5321	Inscrito	35638
630586	14-02-1964	12293585	23-11-2015	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	31202
239365	09-09-1958	12342027	26-01-2016	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	4382	Inscrito	23598
2336540	21-04-1962	12341273	26-01-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4946	Inscrito	33061
1043658	21-06-1948	12342490	27-01-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4611	Inscrito	14692
771698	01-06-1978	12347225	02-02-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4466	Inscrito	29258
212037	24-08-1956	12347149	02-02-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5361	Inscrito	33061
1196914	14-09-1960	12379156	31-03-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4382	Inscrito	31991
1825896	21-02-1972	12379262	31-03-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5349	Inscrito	23302
1831044	04-09-1962	12379333	01-04-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	722	Inscrito	17618
18821	21-09-1977	12379368	01-04-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	24398
545431	18-11-1971	12380046	06-04-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	4876	Inscrito	28606
108874	13-08-1965	12380034	06-04-2016	Normal	Ambulatório	CIRURGIA GERAL	8520	Inscrito	21435
2114910	21-05-1980	12380193	07-04-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5123	Inscrito	23302
2346217	20-12-1942	12380357	08-04-2016	Normal	Convencional	CIRURGIA GERAL	5421	Inscrito	29258

Tabela 4.3. Lista de espera ordenada antes da execução da heurística construtiva

Paciente	Data Nasc	n° LIC	Data LIC	Prioridade	Âmbito	Cód Op	Cirurgião	Fator	Idade	Bin	Sala (HSM)	Sala (HPV)	Cir (HSM)	Cir (HPV)
1788875	16-12-1938	11970025	05-02-2015	Normal	Convencional	5361	31991	435	77	0	148	70	108	41
712219	07-02-1946	11986865	18-02-2015	Normal	Ambulatório	4939	21089	422	70	0	68	86	31	53
2260486	22-03-1976	12334065	14-01-2016	Prioritário	Ambulatório	631	14988	414	40	0	127	86	83	53
108237	02-07-1977	12017385	11-03-2015	Normal	Convencional	8522	30295	401	38	0	155	86	117	53
1281810	22-02-1941	12016525	11-03-2015	Normal	Convencional	4939	19395	401	75	0	68	86	31	53
2068980	30-07-1970	12056905	10-04-2015	Normal	Convencional	4382	23302	371	45	0	96	93	54	55
1854897	19-06-1963	12066426	22-04-2015	Normal	Convencional	4495	28606	359	52	0	72	85	34	49
2267938	29-10-1965	12343925	27-01-2016	Prioritário	Ambulatório	4952	31988	355,5	50	0	127	86	83	53
308425	02-01-1930	12099585	19-05-2015	Normal	Convencional	8683	33061	332	86	0	62	185	38	129
271595	17-09-1975	12113025	26-05-2015	Normal	Convencional	8589	40697	325	40	0	160	86	117	53
2043110	24-04-1942	12347663	03-02-2016	Prioritário	Convencional	4576	26628	324	73	0	214	158	144	109
2266465	04-05-1967	12123125	04-06-2015	Normal	Convencional	5361	33061	316	48	0	148	70	108	41
1107259	27-05-1966	12128585	11-06-2015	Normal	Convencional	5123	34725	309	49	0	123	84	78	49
79956	14-12-1961	12128572	11-06-2015	Normal	Ambulatório	863	40697	309	54	0	47	58	30	30
2278163	26-12-1986	12131447	16-06-2015	Normal	Ambulatório	4024	33061	304	29	0	85	86	52	53
2111069	15-06-1953	12135415	19-06-2015	Normal	Ambulatório	64	24398	301	62	0	112	129	74	83
188165	04-02-1956	12137128	23-06-2015	Normal	Convencional	5369	33061	297	60	0	132	86	88	53
1924784	16-08-1948	12149565	03-07-2015	Normal	Convencional	3859	33061	287	67	0	139	70	97	43
105360	01-01-1951	12155545	08-07-2015	Normal	Convencional	5123	28606	282	65	0	123	84	78	49
2288431	06-05-1966	12170865	21-07-2015	Normal	Convencional	5305	33061	269	49	0	101	77	64	48
75182	30-03-1953	12173225	22-07-2015	Normal	Convencional	4651	19395	268	63	0	154	86	101	53
1194663	07-11-1942	12173645	22-07-2015	Normal	Convencional	5351	14988	268	73	0	134	89	92	52
1010593	22-10-1969	12361850	17-02-2016	Prioritário	Convencional	6849	28606	261	46	0	127	86	83	53
259348	24-03-1979	12191685	06-08-2015	Normal	Convencional	5123	23302	253	37	0	123	84	78	49
2302016	23-08-1959	12197725	12-08-2015	Normal	Convencional	7051	28606	247	56	0	127	86	83	53
718166	20-05-1935	12205725	19-08-2015	Normal	Convencional	4912	19395	240	80	0	63	51	27	24
123812	10-04-1935	12213065	25-08-2015	Normal	Convencional	5361	23930	234	81	0	148	70	108	41
1763994	08-08-1981	12223725	03-09-2015	Normal	Convencional	4469	35638	225	34	0	127	86	83	53
1834012	03-04-1952	12227845	07-09-2015	Normal	Convencional	4694	19340	221	64	0	127	86	83	53
2295067	27-11-1984	12227145	07-09-2015	Normal	Ambulatório	4939	19395	221	31	0	68	86	31	53
99930	12-07-1959	12228725	08-09-2015	Normal	Convencional	5361	33061	220	56	0	148	70	108	41
74470	25-12-1959	12228847	08-09-2015	Normal	Convencional	5341	33061	220	56	0	89	58	54	33
1375024	29-03-1943	12232225	09-09-2015	Normal	Convencional	5369	31988	219	73	0	132	86	88	53
1667616	09-08-1966	12233105	10-09-2015	Normal	Convencional	4431	35638	218	49	0	149	86	105	53
2252542	25-10-1935	12236511	14-09-2015	Normal	Convencional	5785	31988	214	80	0	127	86	83	53
965095	23-03-1968	12236507	14-09-2015	Normal	Convencional	4939	19395	214	48	0	68	86	31	53
2108872	21-10-1973	12237185	15-09-2015	Normal	Convencional	4876	21089	213	42	0	59	51	29	27
1782036	06-05-1951	12238805	16-09-2015	Normal	Convencional	415	31988	212	64	0	203	86	129	53
993834	28-01-1962	12239348	17-09-2015	Normal	Convencional	4496	35638	211	54	0	127	86	83	53
680003	23-06-1936	12259666	07-10-2015	Normal	Convencional	7054	28606	191	79	0	127	86	83	53
1941730	31-12-1953	12260228	08-10-2015	Normal	Ambulatório	5363	23598	190	62	0	127	86	83	53
1202693	30-05-1967	12260165	08-10-2015	Normal	Convencional	4382	23302	190	48	0	96	93	54	55
568043	01-10-1944	12261851	12-10-2015	Normal	Convencional	5369	19395	186	71	0	132	86	88	53
912473	29-07-1948	12267076	19-10-2015	Normal	Convencional	4651	19395	179	67	0	154	86	101	53
2165136	03-04-1968	12270986	22-10-2015	Normal	Ambulatório	8531	40697	176	48	0	212	86	154	53
1551892	04-01-1958	12273447	27-10-2015	Normal	Convencional	5123	30202	171	58	0	123	84	78	49
279163	01-03-1939	12274805	28-10-2015	Normal	Convencional	4652	31988	170	77	0	224	86	166	53
2280145	05-06-1967	12274511	28-10-2015	Normal	Convencional	5123	28606	170	48	0	123	84	78	49
1629473	07-05-1967	12290946	19-11-2015	Normal	Convencional	5321	35638	148	48	0	88	86	57	53
630586	14-02-1964	12293585	23-11-2015	Normal	Convencional	5123	31202	144	52	0	123	84	78	49
239365	09-09-1958	12342027	26-01-2016	Normal	Ambulatório	4382	23598	80	57	0	96	93	54	55
2336540	21-04-1962	12341273	26-01-2016	Normal	Convencional	4946	33061	80	53	0	71	70	35	26
1043658	21-06-1948	12342490	27-01-2016	Normal	Convencional	4611	14692	79	67	0	127	86	83	53
771698	01-06-1978	12347225	02-02-2016	Normal	Convencional	4466	29258	73	37	0	200	86	138	53
212037	24-08-1956	12347149	02-02-2016	Normal	Convencional	5361	33061	73	59	0	148	70	108	41
1196914	14-09-1960	12379156	31-03-2016	Normal	Convencional	4382	31991	15	55	0	96	93	54	55
1825896	21-02-1972	12379262	31-03-2016	Normal	Convencional	5349	23302	15	44	0	91	63	54	36
1831044	04-09-1962	12379333	01-04-2016	Normal	Convencional	722	17618	14	53	0	198	86	114	53
18821	21-09-1977	12379368	01-04-2016	Normal	Convencional	5123	24398	14	38	0	123	84	78	49
545431	18-11-1971	12380046	06-04-2016	Normal	Convencional	4876	28606	9	44	0	59	51	29	27
108874	13-08-1965	12380034	06-04-2016	Normal	Ambulatório	8520	21435	9	50	0	52	30	30	17
2114910	21-05-1980	12380193	07-04-2016	Normal	Convencional	5123	23302	8	35	0	123	84	78	49
2346217	20-12-1942	12380357	08-04-2016	Normal	Convencional	5421	29258	7	73	0	184	86	117	53

Tabela 4.4. Lista de cirurgiões considerada no exemplo de execução

Médico	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Semanal
31991	360	360	360	360	360	1512
21089	360	360	360	360	360	1512
14988	360	360	360	360	360	1512
30295	360	360	360	360	360	1512
19395	360	360	360	360	360	1512
23302	360	360	360	360	360	1512
28606	360	360	360	360	360	1512
31988	360	360	360	360	360	1512
33061	360	360	360	360	360	1512
40697	360	360	360	360	360	1512
26628	360	360	360	360	360	1512
34725	360	360	360	360	360	1512
24398	360	360	360	360	360	1512
23930	360	360	360	360	360	1512
35638	360	360	360	360	360	1512
19340	360	360	360	360	360	1512
23598	360	360	360	360	360	1512
30202	360	360	360	360	360	1512
31202	360	360	360	360	360	1512
14692	360	360	360	360	360	1512
29258	360	360	360	360	360	1512
17618	360	360	360	360	360	1512
21435	360	360	360	360	360	1512

Na execução da heurística, a lista de espera é percorrida. O primeiro paciente a ser selecionado será o que aparece em primeiro lugar na lista de espera já que esta se encontra ordenada segundo os critérios estabelecidos, isto é, o paciente com número em lista de espera de 11970025. A duração estimada para a permanência deste paciente em sala é de 148 minutos se a sala a selecionar pertencer ao bloco operatório central do Hospital Santa Maria e de 70 caso seja selecionada uma sala do Hospital Pulido Valente. De seguida, é realizada uma pesquisa no *MSS* onde é selecionado um bloco de tempo. Esta pesquisa é feita por ordem de dias da semana e por ordem crescente de bloco sendo que, como a especialidade é Cirurgia Geral e há duas estimativas distintas, a pesquisa dá prioridade ao bloco que tem a estimativa com menor duração. Assim, o primeiro bloco de tempo escolhido pertence à sala 2A do bloco 2, no Hospital Pulido Valente, à segunda-feira e tem 360 minutos disponíveis para a realização de cirurgias.

Tem-se então que a sala e o paciente selecionados são compatíveis em termos de duração de cirurgia em sala e em cirurgia: o paciente selecionado necessita de 85 minutos (70 minutos + 15 minutos para a limpeza da sala) e o bloco de tempo tem essa disponibilidade (360 minutos). O médico cirurgião associado ao paciente tem tempo disponível para realizar a cirurgia: 360 minutos na segunda-feira e 1512 minutos semanais sendo que necessita de 41 minutos.

Dado que o paciente satisfaz todas as restrições impostas, confirma-se que este deverá ser afeto na segunda-feira, à sala 2A do bloco 2. Consequentemente, o indicador binário associado ao paciente deverá passar a 1, indicando que a cirurgia já se encontra planeada; para além disso, o tempo disponível da sala e do cirurgião serão reduzidos, passando de 360 a 275 e de 360 a 319, respetivamente. Na tabela 4.5 é apresentado o excerto da lista de espera com a primeira cirurgia inserida no plano cirúrgico.

Tabela 4.5. Excerto da lista de espera associada a uma cirurgia inserida no plano cirúrgico

Paciente	Data Nasc	n° LIC	Data LIC	Prioridade	Âmbito	Cód Op	Cirurgião	Fator	Idade	Bin	Sala (HSM)	Sala (HPV)	Cir (HSM)	Cir (HPV)
1788875	16-12-1938	11970025	05-02-2015	Normal	Convencional	5361	31991	435	77	1	148	70	108	41

Em seguida, passa-se para o próximo paciente e repete-se o processo até que sejam avaliados todos os pacientes presentes na lista de espera e afetos todos os que satisfaçam as restrições estabelecidas, relativamente ao tempo disponível dos blocos de tempo e dos cirurgiões, o *MSS* e as imposições do SNS.

Nas tabelas 4.6. e 4.7 são apresentados o plano cirúrgico semanal obtido após a execução da heurística construtiva e ainda a lista de cirurgiões com as respectivas disponibilidades atualizadas. Na tabela 4.8. pode analisar-se a lista de espera ordenada que tem agora indicação dos pacientes que foram selecionados ao plano, após a execução da heurística construtiva. Conclui-se que foram planeadas 32 das 63 cirurgias, tendo-se obtido uma taxa de ocupação total das salas de 80,96%.

Tabela 4.6. Plano cirúrgico semanal obtido após a execução da heurística construtiva, no exemplo de execução

Bloco	Sala	Segunda					Terça					Quarta					Quinta					Sexta				
		Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp
2	B	11970025	435	70			12343925	355,5	86			12128585	309	84								12173645	268	89		
		12334065	414	86			12113025	325	86			12137128	297	86								12361850	261	86		
		12017385	401	86			12123125	316	70			12149565	287	70								12191685	253	84		
		12205725	240	51			12237185	213	51			12228847	220	58								12380034	9	30		
3	2A	11986865	422	68			12066426	359	72			12131447	304	85			12155545	282	123			12197725	247	127		
		12016525	401	68			12347663	324	214			12135415	301	112			12173225	268	154	420	30	12213065	234	148		
		12056905	371	96			12128572	309	47			12170865	269	101			12227145	221	68			12236507	214	68		
		12099585	332	62																						

Tabela 4.7. Disponibilidades dos cirurgiões depois da execução da heurística construtiva, no exemplo

Médico	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Semanal
31991	319	360	360	360	360	1471
21089	329	333	360	360	360	1454
14988	307	360	360	360	308	1407
30295	307	360	360	360	360	1459
19395	305	360	360	228	329	1294
23302	306	360	360	360	311	1409
28606	360	326	360	282	224	1264
31988	360	307	360	360	360	1459
33061	322	319	115	360	360	1188
40697	360	277	360	360	360	1429
26628	360	216	360	360	360	1368
34725	360	360	311	360	360	1463
24398	360	360	286	360	360	1438
23930	360	360	360	360	252	1404
35638	360	360	360	360	360	1512
19340	360	360	360	360	360	1512
23598	360	360	360	360	360	1512
30202	360	360	360	360	360	1512
31202	360	360	360	360	360	1512
14692	360	360	360	360	360	1512
29258	360	360	360	360	360	1512
17618	360	360	360	360	360	1512
21435	360	360	360	360	343	1495

Tabela 4.8. Lista de espera ordenada após a execução da heurística construtiva, no exemplo

Paciente	Data Nasc	n° LIC	Data LIC	Prioridade	Âmbito	Cód Op	Cirurgião	Fator	Idade	Bin	Sala (HSM)	Sala (HPV)	Cir (HSM)	Cir (HPV)
1788875	16-12-1938	11970025	05-02-2015	Normal	Convencional	5361	31991	435	77	1	148	70	108	41
712219	07-02-1946	11986865	18-02-2015	Normal	Ambulatório	4939	21089	422	70	1	68	86	31	53
2260486	22-03-1976	12334065	14-01-2016	Prioritário	Ambulatório	631	14988	414	40	1	127	86	83	53
108237	02-07-1977	12017385	11-03-2015	Normal	Convencional	8522	30295	401	38	1	155	86	117	53
1281810	22-02-1941	12016525	11-03-2015	Normal	Convencional	4939	19395	401	75	1	68	86	31	53
2068980	30-07-1970	12056905	10-04-2015	Normal	Convencional	4382	23302	371	45	1	96	93	54	55
1854897	19-06-1963	12066426	22-04-2015	Normal	Convencional	4495	28606	359	52	1	72	85	34	49
2267938	29-10-1965	12343925	27-01-2016	Prioritário	Ambulatório	4952	31988	355,5	50	1	127	86	83	53
308425	02-01-1930	12099585	19-05-2015	Normal	Convencional	8683	33061	332	86	1	62	185	38	129
271595	17-09-1975	12113025	26-05-2015	Normal	Convencional	8589	40697	325	40	1	160	86	117	53
2043110	24-04-1942	12347663	03-02-2016	Prioritário	Convencional	4576	26628	324	73	1	214	158	144	109
2266465	04-05-1967	12123125	04-06-2015	Normal	Convencional	5361	33061	316	48	1	148	70	108	41
1107259	27-05-1966	12128585	11-06-2015	Normal	Convencional	5123	34725	309	49	1	123	84	78	49
79956	14-12-1961	12128572	11-06-2015	Normal	Ambulatório	863	40697	309	54	1	47	58	30	30
2278163	26-12-1986	12131447	16-06-2015	Normal	Ambulatório	4024	33061	304	29	1	85	86	52	53
2111069	15-06-1953	12135415	19-06-2015	Normal	Ambulatório	64	24398	301	62	1	112	129	74	83
188165	04-02-1956	12137128	23-06-2015	Normal	Convencional	5369	33061	297	60	1	132	86	88	53
1924784	16-08-1948	12149565	03-07-2015	Normal	Convencional	3859	33061	287	67	1	139	70	97	43
105360	01-01-1951	12155545	08-07-2015	Normal	Convencional	5123	28606	282	65	1	123	84	78	49
2288431	06-05-1966	12170865	21-07-2015	Normal	Convencional	5305	33061	269	49	1	101	77	64	48
75182	30-03-1953	12173225	22-07-2015	Normal	Convencional	4651	19395	268	63	1	154	86	101	53
1194663	07-11-1942	12173645	22-07-2015	Normal	Convencional	5351	14988	268	73	1	134	89	92	52
1010593	22-10-1969	12361850	17-02-2016	Prioritário	Convencional	6849	28606	261	46	1	127	86	83	53
259348	24-03-1979	12191685	06-08-2015	Normal	Convencional	5123	23302	253	37	1	123	84	78	49
2302016	23-08-1959	12197725	12-08-2015	Normal	Convencional	7051	28606	247	56	1	127	86	83	53
718166	20-05-1935	12205725	19-08-2015	Normal	Convencional	4912	19395	240	80	1	63	51	27	24
123812	10-04-1935	12213065	25-08-2015	Normal	Convencional	5361	23930	234	81	1	148	70	108	41
1763994	08-08-1981	12223725	03-09-2015	Normal	Convencional	4469	35638	225	34	0	127	86	83	53
1834012	03-04-1952	12227845	07-09-2015	Normal	Convencional	4694	19340	221	64	0	127	86	83	53
2295067	27-11-1984	12227145	07-09-2015	Normal	Ambulatório	4939	19395	221	31	1	68	86	31	53
99930	12-07-1959	12228725	08-09-2015	Normal	Convencional	5361	33061	220	56	0	148	70	108	41
74470	25-12-1959	12228847	08-09-2015	Normal	Convencional	5341	33061	220	56	1	89	58	54	33
1375024	29-03-1943	12232225	09-09-2015	Normal	Convencional	5369	31988	219	73	0	132	86	88	53
1667616	09-08-1966	12233105	10-09-2015	Normal	Convencional	4431	35638	218	49	0	149	86	105	53
2252542	25-10-1935	12236511	14-09-2015	Normal	Convencional	5785	31988	214	80	0	127	86	83	53
965095	23-03-1968	12236507	14-09-2015	Normal	Convencional	4939	19395	214	48	1	68	86	31	53
2108872	21-10-1973	12237185	15-09-2015	Normal	Convencional	4876	21089	213	42	1	59	51	29	27
1782036	06-05-1951	12238805	16-09-2015	Normal	Convencional	415	31988	212	64	0	203	86	129	53
993834	28-01-1962	12239348	17-09-2015	Normal	Convencional	4496	35638	211	54	0	127	86	83	53
680003	23-06-1963	12259666	07-10-2015	Normal	Convencional	7054	28606	191	79	0	127	86	83	53
1941730	31-12-1953	12260228	08-10-2015	Normal	Ambulatório	5363	23598	190	62	0	127	86	83	53
1202693	30-05-1967	12260165	08-10-2015	Normal	Convencional	4382	23302	190	48	0	96	93	54	55
568043	01-10-1944	12261851	12-10-2015	Normal	Convencional	5369	19395	186	71	0	132	86	88	53
912473	29-07-1948	12267076	19-10-2015	Normal	Convencional	4651	19395	179	67	0	154	86	101	53
2165136	03-04-1968	12270986	22-10-2015	Normal	Ambulatório	8531	40697	176	48	0	212	86	154	53
1551892	04-01-1958	12273447	27-10-2015	Normal	Convencional	5123	30202	171	58	0	123	84	78	49
279163	01-03-1939	12274805	28-10-2015	Normal	Convencional	4652	31988	170	77	0	224	86	166	53
2280145	05-06-1967	12274511	28-10-2015	Normal	Convencional	5123	28606	170	48	0	123	84	78	49
1629473	07-05-1967	12290946	19-11-2015	Normal	Convencional	5321	35638	148	48	0	88	86	57	53
630586	14-02-1964	12293585	23-11-2015	Normal	Convencional	5123	31202	144	52	0	123	84	78	49
239365	09-09-1958	12342027	26-01-2016	Normal	Ambulatório	4382	23598	80	57	0	96	93	54	55
2336540	21-04-1962	12341273	26-01-2016	Normal	Convencional	4946	33061	80	53	0	71	70	35	26
1043658	21-06-1948	12342490	27-01-2016	Normal	Convencional	4611	14692	79	67	0	127	86	83	53
771698	01-06-1978	12347225	02-02-2016	Normal	Convencional	4466	29258	73	37	0	200	86	138	53
212037	24-08-1956	12347149	02-02-2016	Normal	Convencional	5361	33061	73	59	0	148	70	108	41
1196914	14-09-1960	12379156	31-03-2016	Normal	Convencional	4382	31991	15	55	0	96	93	54	55
1825896	21-02-1972	12379262	31-03-2016	Normal	Convencional	5349	23302	15	44	0	91	63	54	36
1831044	04-09-1962	12379333	01-04-2016	Normal	Convencional	722	17618	14	53	0	198	86	114	53
18821	21-09-1977	12379368	01-04-2016	Normal	Convencional	5123	24398	14	38	0	123	84	78	49
545431	18-11-1971	12380046	06-04-2016	Normal	Convencional	4876	28606	9	44	0	59	51	29	27
108874	13-08-1965	12380034	06-04-2016	Normal	Ambulatório	8520	21435	9	50	1	52	30	30	17
2114910	21-05-1980	12380193	07-04-2016	Normal	Convencional	5123	23302	8	35	0	123	84	78	49
2346217	20-12-1942	12380357	08-04-2016	Normal	Convencional	5421	29258	7	73	0	184	86	117	53

4.2. Heurísticas Melhorativas

As heurísticas melhorativas têm como base, como o nome indica, melhorar uma solução já existente, designada por solução inicial, que deverá ser admissível.

Nas heurísticas aqui desenvolvidas utiliza-se como base para a criação das mesmas a pesquisa local. Para o desenvolvimento das heurísticas de pesquisa local utiliza-se a definição de movimentos. Um movimento consiste em, partindo de uma solução admissível, realizar uma alteração específica nessa mesma solução, e assim obter uma nova solução ainda admissível que seja considerada melhor, de acordo com o objetivo estipulado para esse movimento.

4.2.1. Descrição das Heurísticas Melhorativas

Na construção das heurísticas melhorativas utilizaram-se três tipos de movimentos: trocas entre cirurgias já planeadas, inserção de novas cirurgias no plano cirúrgico e trocas entre cirurgias planeadas e cirurgias não planeadas. Os três tipos de movimentos mencionados têm diferentes objetivos.

Utiliza-se como solução inicial a obtida na heurística construtiva e, para todos os movimentos desenvolvidos, quando é encontrada uma solução melhor, esta substitui a solução inicial e a pesquisa continua partindo da nova solução. Uma solução é considerada melhor consoante o objetivo estipulado para o tipo de movimentos. Denomina-se por benéfica uma troca que produza uma solução melhor do que a anterior. Note-se que, em todos os movimentos desenvolvidos, apenas se admitem trocas entre cirurgias da mesma especialidade e ainda, que respeitem todas as restrições subjacentes ao problema.

O primeiro tipo de movimentos efetua trocas entre cirurgias já planeadas e tem como objetivo organizá-las de modo a obter mais tempo disponível nuns blocos de tempo em detrimento de perder noutros. Estas trocas podem ser entre duas cirurgias planeadas para diferentes blocos de tempo (movimento A), ou entre uma cirurgia de um bloco e duas de outro bloco de tempo (movimento B) ou ainda, entre duas cirurgias do mesmo bloco de tempo e outra de um bloco de tempo diferente (movimento C).

Na situação das trocas entre duas cirurgias, o movimento A, são percorridas todas as cirurgias planeadas e selecionados todos os pares de pacientes. Em primeiro lugar, os dois pacientes selecionados devem estar afetos em blocos de tempo distintos e será ainda necessário que os respetivos blocos e cirurgiões afetos aos pacientes selecionados tenham tempo disponível para a concretização da troca. Em seguida, é fundamental garantir que a troca associada aos pacientes selecionados é benéfica. Neste tipo de movimentos, uma troca é considerada benéfica se produzir um aumento no tempo disponível em algum dos blocos de tempo agregados aos pacientes, isto é, se algum dos tempos disponíveis depois da troca for maior que o máximo entre os dois tempos disponíveis antes da troca. Sejam t_1 e t_2 os tempos disponíveis nos dois blocos de tempo e nt_1 , nt_2 os tempos disponíveis nos mesmos blocos depois da troca ser realizada. Assim, uma troca é considerada benéfica se $nt_1 > \max \{t_1, t_2\}$ ou $nt_2 > \max \{t_1, t_2\}$. Por fim, será apenas necessário assegurar que os pacientes podem ser trocados no que diz respeito ao seu fator, tendo em conta que, os pacientes com prioridade designada por Urgência diferida não podem ser trocados. Assim, se os blocos de tempo associados forem de dias diferentes, calcula-se o novo fator do paciente cuja cirurgia vai ser adiada e este deve ser menor que 270 ou então, caso o prazo para a realização da cirurgia já tenha sido ultrapassado, basta garantir que o fator associado à cirurgia a ser adiada é menor do fator da que vai ser adiantada. O novo fator é calculado da forma: (fator atual) + (número de dias decorridos desde sexta-feira) x peso. Recorde-se que o peso é uma medida associada a cada tipo de prioridade.

Nos outros dois movimentos deste tipo, B e C, isto é, na troca entre uma cirurgia de um bloco de tempo e duas de outro bloco (movimento B) e entre duas cirurgias de um bloco e uma de outro bloco de tempo (movimento C) as restrições impostas são análogas às apresentadas relativamente à troca entre duas cirurgias. Nestes dois casos, duas das cirurgias selecionadas têm obrigatoriamente que estar afetas

ao mesmo bloco de tempo e a terceira num bloco de tempo diferente. É igualmente necessário verificar as disponibilidades dos dois blocos de tempo selecionados, dos cirurgiões afetos e ainda se a troca é benéfica. Na verificação dos novos fatores, apenas é necessário ter em consideração os pacientes cuja cirurgia vai ser adiada.

Repare-se que, quando se está a planear a especialidade Cirurgia Geral, nas trocas entre cirurgias já planeadas, como existem duas estimativas distintas consoante o bloco operatório que realiza a cirurgia, quando uma troca é entre cirurgias planeadas em blocos de tempo pertencentes a hospitais diferentes, o tempo total disponível pode aumentar e, isso pode conduzir a uma redução da taxa de ocupação das salas. Esta diminuição pode, ou não desaparecer na execução do segundo movimento, quando se inserem novas cirurgias e, por isso, criou-se uma versão deste movimento onde apenas se consideram trocas entre cirurgias pertencentes a blocos de tempo do mesmo hospital. Com isto, podem perder-se algumas trocas que podem influenciar o valor da taxa de ocupação e, por isso o utilizador poderá decidir se quer acionar essa opção e assim testar as duas hipóteses para averiguar qual a mais favorável. Note-se que, no caso em que apenas se consideram trocas no mesmo hospital a taxa de ocupação das salas mantém-se, por outro lado, no caso em que são permitidas trocas entre os dois hospitais e, apenas para a especialidade Cirurgia Geral, a taxa pode diminuir.

Passando agora para o segundo tipo de movimentos, que consiste na inserção de novas cirurgias, denomine-se esse movimento por D. Aqui, pretende-se colocar todas as cirurgias que agora caibam no plano já que, no tipo de movimentos efetuado imediatamente antes, se estimulou um aumento do tempo disponível em alguns dos blocos de tempo. Assim, o seu objetivo será voltar a preencher os blocos de tempo o máximo possível aumentando a taxa de ocupação das salas. Para isso, o algoritmo desenvolvido para a heurística construtiva é novamente executado tendo agora como *input* os ficheiros obtidos no final do primeiro tipo de movimentos.

Finalmente, o terceiro tipo de movimentos desenvolvido tem como único objetivo o aumento da taxa de ocupação. Para isso, procede-se a trocas entre cirurgias planeadas e não planeadas com o propósito de reduzir o tempo disponível nos blocos de tempo. Consequentemente, neste tipo de movimentos uma troca é considerada benéfica se o tempo disponível no respetivo bloco de tempo diminuir. Seja o movimento E, a troca entre uma cirurgia planeada e uma não planeada e o F, a troca entre duas cirurgias planeadas e uma não planeada.

No movimento E, a lista de pacientes e a lista de espera são percorridas e é selecionado um par de pacientes onde o primeiro está contido no plano cirúrgico semanal e o segundo ainda se encontra a aguardar pela sua cirurgia. No segundo movimento, F, selecionam-se três pacientes, onde dois deles pertencem ao plano e o terceiro não. Assim, uma troca entre os pacientes é válida se satisfizer o seguinte conjunto de restrições: se nenhuma das cirurgias selecionadas tiver nível de prioridade Urgência diferida; se o fator do paciente a entrar no plano for superior ou igual ao fator associado ao paciente que vai sair do plano cirúrgico semanal (no segundo movimento, os fatores dos dois pacientes que vão sair têm que ser menores do que o fator do paciente que vai entrar); se o bloco de tempo e o cirurgião tiverem tempo disponível para realizar a cirurgia que vai entrar no plano (note-se que, no caso do segundo movimento ganham-se os minutos de limpeza, já que vão ser trocadas duas cirurgias por uma); e ainda se as restrições estabelecidas anteriormente forem todas verificadas, isto é, à sexta-feira, o bloco operatório de Otorrinolaringologia, apenas opera crianças até aos 8 anos; e o bloco operatório de urologia só efetua cirurgias de âmbito ambulatorio.

Relativamente aos movimentos A, B e C do primeiro tipo e após a comparação entre a percentagem de aumento do valor da função objetivo e o aumento do tempo de execução, foi decidido executá-los duas vezes.

Algoritmo 4.2. Descrição do movimento A

```
for all pacientes pertencentes ao plano cirúrgico semanal, selecionar dois pacientes, sejam eles 1 e 2
onde o paciente 1 foi planeado para um dia de semana anterior ou igual do que o paciente 2
  if os pacientes selecionados pertencerem a blocos de tempo diferentes e não forem do tipo de
  prioridade designada por Urgência diferida
    Sejam  $t^k$  os tempos disponíveis nos blocos selecionados,  $k = a, b$ 
    Determinar os novos tempos disponíveis caso a troca seja realizada para cada bloco de tempo,
    sejam esses  $nt^k$ , com  $k = a, b$ 
    if  $nt^a > \max \{t^a, t^b\}$  ou  $nt^b > \max \{t^a, t^b\}$ 
      Se a especialidade não for Cirurgia Geral ou (os dois blocos são do mesmo hospital e a
      afirmação “foi acionada a opção de autorizar trocas entre blocos de hospitais diferentes” é
      false)
        if os cirurgiões associados aos pacientes eleitos tiverem tempo disponível para a
        concretização da troca, diariamente
          if os pacientes selecionados estavam planeados em dias diferentes
            Sejam  $f^i$  os fatores associados aos pacientes selecionados, com  $i = 1, 2$ 
            Calcular os novos fatores, sejam eles  $nf^i$ , com  $i = 1, 2$ 
            if  $nf^1 \leq 270$  ou  $nf^1 \leq nf^2$ 
              Pode = True
            else
              Pode = False
            end if
          else
            Pode = True
          end if
          if Pode = True
            Atualizar a lista de espera, o MSS, a lista dos cirurgiões e o plano cirúrgico
          end if
        end if
      end if
    end if
  end if
end for
```


Algoritmo 4.3. Descrição do movimento B

Seja ‘mesmobloco’ a variável booleana que indica qual das versões vai ser executada; se mesmobloco = False então podem ser efetuadas trocas entre blocos de hospitais diferentes

for all pacientes pertencentes ao plano cirúrgico semanal, selecionar três pacientes, sejam eles 1, 2 e 3 onde o paciente 1 foi planeado para um dia de semana mais cedo ou o mesmo do que os pacientes 2 e 3

if o primeiro paciente selecionado pertencer a um bloco de tempo diferente do bloco de tempo dos outros dois e nenhum deles tem o tipo de prioridade designada por Urgência diferida

Sejam t^k os tempos disponíveis nos blocos selecionados, $k = a, b$

Determinar os novos tempos disponíveis, nt^k , com $k = a, b$, caso a troca seja realizada entre os pacientes selecionados desses blocos de tempo

if $nt^a > \max \{t^a, t^b\}$ ou $nt^b > \max \{t^a, t^b\}$

if a especialidade for Cirurgia Geral

Condição = (mesmobloco = False) ou (bloco1 = bloco2)

else

Condição = True

end if

if os cirurgões associados aos pacientes eleitos tiverem tempo disponível para a concretização da troca nos dias em causa e Condição = True

if os pacientes selecionados estavam planeados em dias diferentes

Sejam f^i os fatores associados aos pacientes selecionados, com $i = 1, 2, 3$

Calcular os novos fatores, sejam eles nf^i , com $i = 1, 2, 3$

if $nf^1 \leq 270$ ou $nf^1 \leq nf^2$ e $nf^1 \leq nf^3$

Pode = True

else

Pode = False

end if

else

Pode = True

end if

if Pode = True

Atualizar a lista de espera, o *MSS*, a lista dos cirurgões e o plano cirúrgico

end if

end if

end if

end if

end if

end for

Algoritmo 4.4. Descrição do movimento C

Seja ‘mesmobloco’ a variável booleana que indica qual das versões vai ser executada; se mesmobloco = False então podem ser efetuadas trocas entre blocos de hospitais diferentes

for all pacientes pertencentes ao plano cirúrgico semanal, selecionar três pacientes, sejam 1, 2 e 3 onde os pacientes 1 e 2 foram planeados para um dia de semana mais cedo ou o mesmo do que o paciente 3

if os dois primeiros pacientes selecionados pertencerem a um bloco de tempo diferente do bloco de tempo do outro e nenhum deles tem o tipo de prioridade designada por Urgência diferida

Sejam t^k os tempos disponíveis nos blocos selecionados, $k = a, b$

Determinar os novos tempos disponíveis, nt^k , com $k = a, b$, caso a troca seja realizada entre os pacientes selecionados desses blocos de tempo

if $nt^a > \max \{t^a, t^b\}$ ou $nt^b > \max \{t^a, t^b\}$

if a especialidade for Cirurgia Geral

Condição = (mesmobloco = False) ou (bloco1 = bloco2)

else

Condição = True

end if

if os cirurgões associados aos pacientes eleitos tiverem tempo disponível para a concretização da troca nos dias em causa e Condição = True

if os pacientes selecionados estavam planeados em dias diferentes

Sejam f^i os fatores associados aos pacientes selecionados, com $i = 1, 2, 3$

Calcular os novos fatores, sejam eles nf^i , com $i = 1, 2, 3$

if ($nf^1 \leq 270$ e $nf^2 \leq 270$) ou ($nf^1 \leq nf^3$ e $nf^2 \leq nf^3$)

Pode = True

else

Pode = False

end if

else

Pode = True

end if

if Pode = True

Atualizar a lista de espera, o *MSS*, a lista dos cirurgões e o plano cirúrgico

end if

end if

end if

end if

end if

end for

Algoritmo 4.5. Descrição do movimento D

```
for all paciente em lista de espera ordenada
  if e o paciente ainda não estiver planeado
    if a especialidade não for Cirurgia Geral
      Encontrar o primeiro bloco de tempo que tenha tempo disponível
    else
      Encontrar o primeiro bloco de tempo que tenha tempo disponível dando prioridade ao hospital
      que tenha menor estimativa de duração
    end if
    if existir algum bloco de tempo com disponibilidade suficiente
      afetar = True
      if o médico cirurgião não tiver tempo disponível para realizar a cirurgia em questão
        afetar = False
      end if
      if o bloco de tempo pertencer ao bloco operatório de Urologia e o âmbito associado ao paciente
      for convencional
        afetar = False
      end if
      if o bloco de tempo for na sexta-feira e o bloco operatório for o de Otorrinolaringologia e o
      paciente selecionado tiver mais de 8 anos
        afetar = False
      end if
      if afetar = True
        Atualizar a lista de espera, o MSS, a lista dos cirurgiões e o plano cirúrgico
      end if
    end if
  end if
end for
```

Algoritmo 4.6. Descrição do movimento E

Extrair os pacientes da lista de espera da especialidade selecionada

for all paciente já planejado (paciente 1)

 mesmasol = True

if mesmasol

for all paciente em lista de espera (paciente 2)

 Sejam f^i os fatores associados aos dois pacientes selecionados e bin^i o indicador binário, com $i = 1, 2$

if $f^1 \leq f^2$ e $bin^2 = 0$ e mesmasol

 Seja t o tempo disponível no bloco de tempo associado ao paciente 1

 Calcular o novo tempo disponível, nt , caso a troca seja efetuada

if $nt \geq 0$ e $nt < t$ e nenhum dos pacientes selecionados for de prioridade Urgência diferida e o cirurgião associado ao paciente que vai entrar no plano ainda tem tempo disponível no dia e semana, para realizar a cirurgia

 Atualizar a lista de espera, o *MSS*, a lista dos cirurgiões e o plano cirúrgico

 mesmasol = False

end if

end if

end for

end if

end for

Algoritmo 4.7. Descrição do movimento F

Extrair os pacientes da lista de espera da especialidade selecionada

for all paciente já planejado (paciente 1)

 mesmasol = True

if mesmasol

for all paciente planejado no mesmo bloco de tempo do paciente 1 (paciente 2)

if paciente 1 \neq paciente 2

for all paciente em lista de espera (paciente 3)

 Sejam f^i os fatores associados aos três pacientes selecionados e bin^i o indicador binário, com $i = 1, 2, 3$

if $f^1 \leq f^3$ e $f^2 \leq f^3$ e $bin^3 = 0$ e mesmasol

 Seja t o tempo disponível no bloco de tempo associado aos pacientes 2 e 3

 Calcular o novo tempo disponível, nt , caso a troca seja efetuada

if $nt > 0$ e $nt < t$ e nenhum dos pacientes selecionados tem o tipo de prioridade Urgência diferida e o cirurgião associado ao paciente que vai entrar no plano tem tempo disponível no dia e na semana, para realizar a cirurgia

 Atualizar a lista de espera, o *MSS*, a lista dos cirurgiões e o plano cirúrgico

 mesmasol = False

end if

end if

end for

end if

end for

end if

end for

4.2.2. Exemplo de Execução

Voltando ao exemplo de execução desenvolvido no capítulo 4.1.2. e, após a determinação de uma solução admissível através da concretização de um plano cirúrgico semanal notou-se que existia ainda bastante tempo disponível, mas em blocos de tempo diferentes. Surge assim a necessidade de reorganizar as cirurgias planejadas anteriormente com o intuito de posicionar de melhor forma o tempo disponível, passando assim às heurísticas melhorativas. Como foi referido anteriormente, os movimentos realizados na heurística melhorativa foram divididos em três tipos e, no primeiro tipo, o objetivo será efetuar trocas entre as cirurgias já planejadas em blocos de tempo diferentes com o objetivo de juntar o tempo disponível no mesmo bloco de tempo. Como a especialidade que está a ser planejada neste exemplo é Cirurgia Geral tem-se duas versões para este movimento: permitir trocas entre blocos operatórios de hospitais diferentes ou não. Comece-se por permitir trocas entre cirurgias planejadas para blocos operatórios de hospitais diferentes. Na tabela 4.9. é apresentado o plano obtido na heurística construtiva, onde estão presentes todas as cirurgias marcadas para a semana em questão, nas duas salas consideradas. Para cada bloco de tempo tem-se a informação: o número do paciente, o fator a ele atribuído, a duração prevista para a permanência do paciente em sala (em minutos), o tempo máximo utilizável nesse bloco de tempo e, por fim, o tempo ainda disponível. Apresenta-se ainda a lista de cirurgiões e a respetiva disponibilidade, em minutos, diária e semanal, após a execução da heurística construtiva, na tabela 4.10.

Tabela 4.9. Plano Cirúrgico semanal antes da execução das heurísticas melhorativas

Bloco	Sala	Segunda					Terça					Quarta					Quinta					Sexta									
		Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp					
2	B	11970025	435	70	360	7	12343925	355,5	86	360	7	12128585	309	84	360	2						12173645	268	89	360	11					
		12334065	414	86			12113025	325	86			12137128	297	86								12361850	261	86							
		12017385	401	86			12123125	316	70			12149565	287	70								12191685	253	84							
		12205725	240	51			12237185	213	51			12228847	220	58								12380034	9	30							
3	2A	11986865	422	68	360	6	12066426	359	72	420	42	12131447	304	85	360	17	12155545	282	123	420	30	12197725	247	127	420	32					
		12016525	401	68			12347663	324	214			12135415	301	112			12173225	268	154			12213065	234	148							
		12056905	371	96			12128572	309	47			12170865	269	101			12227145	221	68			12236507	214	68							
		12099585	332	62																											

Por exemplo, sejam os pacientes 12173645, afeto na sexta-feira, sala B do bloco do Hospital Pulido Valente (Bloco 2) e o paciente 12213065, afeto na sexta-feira, na sala 2A do bloco do Hospital Santa Maria (Bloco 3) os selecionados. Neste caso, é preciso considerar as estimativas após a realização da troca uma vez que estas são diferentes consoante o hospital em que a cirurgia foi afeta. Assim, para assegurar que os dois blocos de tempo têm disponibilidade para a execução da troca, são calculados os novos tempos disponíveis em cada bloco de tempo depois da realização da troca. Desse modo, as durações das cirurgias a serem trocadas, nos blocos em questão são 89 e 148, se forem trocadas passam a ser 134 e 70, respetivamente, como se pode verificar nas tabelas 4.3. e 4.9.

O tempo disponível nos blocos 2 e 3, na sexta-feira é de 11 e 32, respetivamente, pelo que quando a troca é efetuada os minutos disponíveis de cada um dos blocos são calculados da forma: tempo disponível no bloco de tempo antes da troca somando a duração estimada da cirurgia que vai sair desse bloco de tempo e subtraindo a duração da cirurgia que vai entrar no mesmo bloco. Tem-se assim que, caso a troca seja efetuada os tempos disponíveis passam a 30 ($11 + 89 - 70$) e 46 ($32 + 148 - 134$). Confirma-se assim que realmente existe disponibilidade para realizar a troca e, para além disso, a troca é benéfica uma vez que um dos dois novos tempos disponíveis é maior do que o máximo dos dois tempos disponíveis antes da troca ($30 \nrightarrow \max \{11, 32\}$ mas $46 > \max \{11, 32\}$). Como a troca é entre blocos de tempo do mesmo dia, não será necessário calcular os novos fatores associados às cirurgias.

Tabela 4.10. Lista de cirurgiões antes da execução heurísticas melhorativas

Médico	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Semanal
31991	319	360	360	360	360	1471
21089	329	333	360	360	360	1454
14988	307	360	360	360	308	1407
30295	307	360	360	360	360	1459
19395	305	360	360	228	329	1294
23302	306	360	360	360	311	1409
28606	360	326	360	282	224	1264
31988	360	307	360	360	360	1459
33061	322	319	115	360	360	1188
40697	360	277	360	360	360	1429
26628	360	216	360	360	360	1368
34725	360	360	311	360	360	1463
24398	360	360	286	360	360	1438
23930	360	360	360	360	252	1404
35638	360	360	360	360	360	1512
19340	360	360	360	360	360	1512
23598	360	360	360	360	360	1512
30202	360	360	360	360	360	1512
31202	360	360	360	360	360	1512
14692	360	360	360	360	360	1512
29258	360	360	360	360	360	1512
17618	360	360	360	360	360	1512
21435	360	360	360	360	343	1495

Conclui-se que os dois pacientes selecionados satisfazem todas as restrições estabelecidas e, portanto, a troca é concretizada. Assim, estão conferidas todas as condições para a troca ser concretizada, é agora necessário proceder às respectivas atualizações. Será necessário modificar o plano cirúrgico semanal, a lista dos cirurgiões e o MSS. Na execução do movimento A do primeiro tipo de movimentos da heurística melhorativa foram efetuadas outras trocas, pelo que, o plano cirúrgico apresentado na tabela 4.9. fica desatualizado.

Ainda no primeiro tipo de movimentos, agora na troca de uma cirurgia por duas, suponha-se que são selecionados os pacientes 12347663, 12173225 e 12227145, o primeiro na terça-feira e os outros dois na quinta-feira, ambos na sala do Hospital Santa Maria. Os tempos disponíveis nos dois blocos de tempo são 42 e 30 minutos. Tal como na troca entre duas cirurgias, são calculados os novos tempos disponíveis caso a troca seja concretizada. Neste movimento, o tempo disponível no primeiro bloco de tempo é obtido da forma: o tempo disponível no bloco antes da troca, somando a duração da cirurgia que vai sair da sala, subtraindo a soma das durações das cirurgias que vão entrar na sala e, por fim, subtraindo um tempo de limpeza; o tempo disponível no segundo bloco será: o tempo disponível no bloco antes da troca, somando a duração das cirurgias que vão sair da sala, subtraindo a duração da cirurgia que vai entrar na sala e, por fim, somando um tempo de limpeza. Assim, os novos tempos de limpeza são dados por $19 (42 + 214 - 154 - 68 - 15)$ e $53 (30 - 214 + 154 + 68 + 15)$. Tem-se assim que, para além dos blocos e os cirurgiões terem tempo disponível para a concretização da troca, esta ainda é benéfica, já que um dos novos tempos disponíveis é maior do que o máximo entre os dois tempos disponíveis antes da troca ($19 \nless \max \{42, 30\}$ mas $53 > \max \{42, 30\}$).

Resta apenas garantir que o paciente cuja cirurgia vai ser atrasada poderá aguardar mais pela sua realização. Para isso, calculam-se os novos fatores associados a cada paciente, de acordo com o dia ao qual a cirurgia vai ficar afeta, depois da troca. Assim, os fatores que eram 324, 268 e 221 passam a 351, 286 e 239 pelo que, como dois deles estão já ultrapassaram o prazo de realização (pois são superiores a 270) para a troca ser válida o fator associado à cirurgia que vai ser adiada teria que ser menor ou igual do que os outros dois. Como isso não se verifica, conclui-se que esta troca não é válida.

A próxima fase, ainda dentro do primeiro tipo de movimentos, será considerar trocas entre duas cirurgias por uma. Considere-se que os pacientes selecionados são os 12237185 e 12343925 afetos na terça-feira, na sala do bloco 2 e o paciente 12347663 planeado para o mesmo dia, mas no bloco 3. As estimativas para a duração em sala das cirurgias mencionadas são 51, 86 e 214, no bloco onde estão afetos e 59, 127 e 158, nos blocos para onde estarão afetos, após a troca, respetivamente. Os tempos

disponíveis em cada bloco de tempo são 7 e 42 minutos. Assim, os novos tempos disponíveis em cada bloco de tempo são dados por: o tempo disponível atualmente no primeiro bloco de tempo mais as durações das cirurgias contidas nesse bloco de tempo, menos a duração da cirurgia contida no outro bloco de tempo mais um tempo de limpeza, ou seja, $7 + 86 + 51 - 158 + 15$; no segundo bloco de tempo teremos: o tempo disponível atualmente mais duração da cirurgia contida nesse bloco, menos as durações das cirurgias contidas no outro bloco menos um tempo de limpeza, ou seja, $42 + 214 - 59 - 127 - 15$.

Tem-se então que os tempos disponíveis dos dois blocos de tempo passam de 7 para 1 e de 42 para 55, pelo que se conclui que estes têm tempo disponível para efetuar a troca e ainda que esta é benéfica já que 55 é maior do que o maior dos dois tempos disponíveis antes da troca ($55 > \max \{7, 42\}$).

Como a troca é entre cirurgias planeadas para o mesmo dia, não será necessário verificar a disponibilidades dos cirurgiões nem calcular os novos fatores.

Finalmente, pode confirmar-se que a troca apresentada satisfaz todas as restrições e, por isso, poderá ser realizada. Resta apenas atualizar o plano cirúrgico, o MSS e a lista de cirurgiões.

Nas outras iterações não abordadas, a lista de pacientes planeados é percorrida até que todos os pares (e trios) de pacientes sejam considerados e todas as trocas possíveis sejam efetuadas. Em seguida, voltam a ser repetidos todos os movimentos do primeiro tipo. A taxa de ocupação obtida no final da primeira execução do primeiro tipo de movimentos é 77,89%, ou seja, diminuiu 2,17% em relação à taxa obtida na heurística construtiva. Repetindo o processo, verifica-se que no plano cirúrgico associado à segunda execução do primeiro tipo de movimentos a taxa de ocupação sobe para 78,36%. Na tabela 4.11. é apresentado o plano cirúrgico obtido após a execução do primeiro tipo de movimentos. A tabela 4.12. apresenta a evolução do tempo disponível nos blocos de tempo nas diferentes fases executadas até ao momento: a heurística construtiva, a primeira execução do primeiro tipo de movimentos e a segunda execução desse mesmo tipo de movimentos. Repare-se, que o tempo disponível nos blocos de tempo se encontra agora muito melhor distribuído de forma a permitir a inserção de novas cirurgias.

Tabela 4.11. Evolução do tempo disponível nos blocos de tempo entre a heurística construtiva e o primeiro tipo de movimentos

Bloco	Sala	Segunda-feira			Terça-feira			Quarta-feira			Quinta-feira			Sexta-feira		
		HC	1ª	2ª	HC	1ª	2ª	HC	1ª	2ª	HC	1ª	2ª	HC	1ª	2ª
2	B	7	7	7	7	11	1	2	2	2				11	27	4
3	2A	6	6	6	42	55	2	17	17	6	30	30	26	32	53	132

Tabela 4.12. Plano cirúrgico semanal obtido após a execução do primeiro tipo de movimentos da heurística melhorativa

Bloco	Sala	Segunda					Terça					Quarta					Quinta					Sexta				
		Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp
2	B	11970025	435	70			12113025	325	86			12128585	309	84								12213065	234	70		
		12334065	414	86			12123125	316	70	360	1	12137128	297	86								12173645	268	89		
		12017385	401	86			12347663	324	158			12149565	287	70								12197725	247	86	360	4
		12237185	213	51								12228847	220	58								12205725	240	51		
3	2A	11986865	422	68			12135415	301	112			12131447	304	85			12361850	261	127			12380034	9	52		
		12016525	401	68			12066426	359	72			12155545	282	123	360	6	12173225	268	154	420	26	12191685	253	123	420	132
		12056905	371	96			12343925	356	127			12170865	269	101			12227145	221	68			12236507	214	68		
		12099585	332	62			12128572	309	47																	

Após a obtenção de mais tempo disponível nos blocos de tempo considerados, o próximo passo será tentar inserir novas cirurgias no plano cirúrgico segundo o procedimento utilizado na heurística construtiva, o que corresponde ao segundo tipo de movimentos.

Para esse efeito, a lista de espera é percorrida novamente e, caso alguma cirurgia tenha agora espaço no novo plano cirúrgico e no tempo disponível do cirurgião afeto a ela, esta é adicionada ao plano. O

primeiro paciente selecionado, por ordem não crescente de fator, como definido anteriormente, que ainda não foi inserido no plano cirúrgico semanal é o 12223725, como se pode confirmar na tabela 4.8. Em seguida, pesquisa-se um bloco de tempo que tenha tempo disponível para realizar a cirurgia escolhida, ou seja, 142 minutos se o bloco de tempo selecionado pertencer ao HSM ou 101 minutos se pertencer ao HPV, contabilizando o tempo de limpeza ($142 = 127 + 15$ e $101 = 86 + 15$). Verifica-se que este paciente não tem espaço no plano cirúrgico semanal em nenhum dia, pelo que, a pesquisa continua percorrendo os pacientes contidos na lista de espera que ainda não foram planeados, isto é, cujo indicador binário é zero. Deste modo, o primeiro paciente encontrado cuja cirurgia tem espaço para ser efetuada é o 12260165 que será afeto na sexta-feira no bloco 3 dado que a estimativa para a duração da cirurgia nesse bloco é de 96 minutos e esse tem 132 disponíveis. Assim, como o cirurgião associado também tem tempo disponível no dia em questão, o paciente referido é inserido no plano cirúrgico semanal. O respetivo bloco passa de 132 para 21 minutos disponíveis, para além disso é necessário atualizar a lista de cirurgias, a lista de espera e o plano.

Resumindo, no segundo tipo de movimentos é inserida apenas uma cirurgia no plano cirúrgico semanal tendo-se alcançado uma taxa de ocupação de 80,35%, pelo que se deduz que a redução verificada no primeiro tipo de movimentos não foi colmatada. Na tabela 4.13. é apresentado o plano cirúrgico obtido após a execução do segundo tipo de movimentos.

Tabela 4.13. Plano cirúrgico obtido após a execução do segundo tipo de movimentos

Bloco	Sala	Segunda					Terça					Quarta					Quinta					Sexta																											
		Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp																							
2	B	11970025	435	70	360	7	12113025	325	86	360	1	12128585	309	84	360	2						12213065	234	70	360	4																							
		12334065	414	86			12123125	316	70			12137128	297	86								12173645	268	89																									
		12017385	401	86			12347663	324	158			12149565	287	70								12197725	247	86																									
		12237185	213	51								12228847	220	58								12205725	240	51																									
		11986865	422	68								12131447	304	85								12380034	9	52																									
3	2A	12016525	401	68	360	6	12066426	359	72	420	2	12131447	304	85	360	6	12361850	261	127	420	26	12380034	9	52	420	21																							
		12056905	371	96			12343925	356	127			12155545	282	123			12173225	268	154			12191685	253	123																									
		12056905	371	96			12343925	356	127			12170865	269	101			12227145	221	68			12236507	214	68																									
		12099585	332	62			12128572	309	47																																								
																						12260165	190	96																									

Finalmente, depois de se ter organizado o tempo disponível nos blocos e, tornado a inserir novas cirurgias, pretende-se agora averiguar se existe alguma cirurgia que não foi planeada e que poderá ser trocada por uma que esteja no plano que aumente a taxa de ocupação. Recorde-se que, esta troca apenas poderá ser efetivada caso a cirurgia que entra no plano possua um fator maior ou igual à que sai.

Assim, percorrendo em primeiro lugar a lista de pacientes planeados e, em seguida, a lista de espera da especialidade em questão, suponha-se que é selecionado o paciente já planeado 12380034. Este encontra-se afeto no bloco de tempo correspondente à sala do bloco operatório do hospital Santa Maria na sexta-feira. Deste paciente sabe-se que o seu fator é 9, a duração estimada em sala é 52 minutos e a disponibilidade do bloco de tempo em que está afeto é 21 minutos pelo que se conclui que só irá caber uma cirurgia com duração inferior ou igual a 73 minutos ($52 + 21$). Assim, quando a lista de espera é percorrida, o primeiro paciente ainda não afeto que surge, segundo a ordem estabelecida anteriormente, é o paciente 12223725. Este tem fator 225, duração em sala de 86 minutos e 53 em cirurgia. Apesar do fator do paciente que foi selecionado para entrar no plano ser maior do que o do paciente escolhido para sair, observa-se que este não tem condições para ser inserido no plano uma vez que o bloco de tempo associado não tem disponibilidade para concretizar esta cirurgia ($86 \not\leq 73$). Continuando a pesquisa na lista de espera, verifica-se que o primeiro paciente que satisfaz todas as restrições impostas é o 12341273. Ora, este tem fator 80, duração estimada em sala de 71 minutos e 26 em cirurgia. Verifica-se assim que, o fator deste é superior, o cirurgião tem tempo disponível para concretizar a cirurgia e ainda que esta cabe no bloco de tempo em questão ($21 > 19 = 71 - 52$). Para além disto, tem-se que a troca é considerada benéfica uma vez que reduz o tempo disponível no bloco que passou de 21 para 2.

Conclui-se então que estes dois pacientes são trocados e assim foi possível colocar um paciente com prioridade mais elevada no plano e, para além disso, aumentar a taxa de ocupação dos blocos.

Concluindo, após a execução da versão que permite trocas entre cirurgias planeadas para blocos diferentes na heurística melhorativa, obteve-se uma taxa de ocupação de 83,89%. O plano obtido é apresentado na tabela 4.14. onde é possível verificar que, de um modo geral, restaram poucos minutos disponíveis em cada bloco de tempo.

Tabela 4.14. Plano cirúrgico obtido após a execução do terceiro tipo de movimentos

Bloco	Sala	Segunda					Terça					Quarta					Quinta					Sexta				
		Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp	Paciente	Fator	Dur	Max	Disp
2	B	11970025	435	70			12113025	325	86			12128585	309	84								12213065	234	70		
		12334065	414	86			12123125	316	70	360	1	12137128	297	86								12173645	268	89		
		12017385	401	86			12347663	324	158			12149565	287	70	360	2						12197725	247	86	360	4
		12237185	213	51								12228847	220	58								12205725	240	51		
3	2A	11986865	422	68			12135415	301	112			12131447	304	85			12361850	261	127			12341273	80	71		
		12016525	401	68			12066426	359	72			12155545	282	123	360	6	12173225	268	154	420	26	12191685	253	123	420	2
		12056905	371	96			12343925	356	127			12170865	269	101			12227145	221	68			12236507	214	68		
		12099585	332	62			12128572	309	47													12260165	190	96		

Como se verificou neste exemplo, quando se executou o primeiro tipo de movimentos a taxa de ocupação foi reduzida em 2,17%. Ainda assim, esta voltou a subir na realização dos outros dois tipos de movimentos tendo subido para 81,64%, ou seja, aumentou 0,68% desde a heurística construtiva. No entanto, isto pode não se verificar e, a taxa de ocupação não aumentar o suficiente de modo a colmatar a descida causada pela execução do primeiro tipo de movimentos. No exemplo apresentado, quando se aciona a opção de não permitir trocas entre cirurgias planeadas para hospitais diferentes, não é efetuada qualquer tipo de troca nem inserida nenhuma cirurgia e, por isso, a taxa de ocupação mantém-se nos três tipos de movimentos. Podemos concluir que, neste caso, é mais favorável permitir trocas entre blocos operatórios de hospitais diferentes. Na figura 4.2. pode observar-se a evolução da taxa de ocupação das salas nas diferentes fases do programa, nas duas versões estabelecidas. Denomina-se por versão A a que permite trocas entre cirurgias planeadas para blocos operatórios pertencentes a hospitais diferentes e B a que não permite.

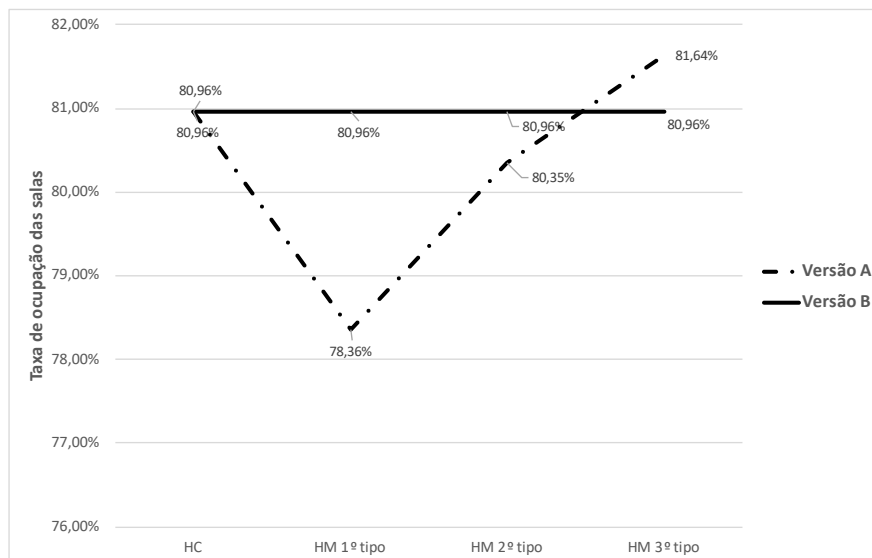


Figura 4.2. Evolução das taxas de ocupação, nas duas versões, no exemplo de execução

4.3. Resultados

Nesta secção são apresentados todos os resultados obtidos para as duas instâncias mencionadas, para as duas versões produzidas. Os resultados foram extraídos e analisados segundo duas vertentes diferentes: numa primeira fase por especialidade, com intuito de compreender a evolução da taxa de ocupação da heurística construtiva para a melhorativa e, ainda entre os diferentes tipos de movimentos dentro da heurística de melhoramento. De seguida, foram comparados os resultados obtidos por bloco operatório e estes foram comparados com os obtidos pelo modelo matemático e ainda com o registo do que foi realizado nas semanas em causa, no Centro Hospitalar.

As heurísticas concebidas foram implementadas em Python, versão 3.6.3, utilizando o *software* Spyder sendo que o computador utilizado tem um processador Intel® Core™ i7 1,7GHz e 8GB de memória RAM.

Como já referido no capítulo 3, foram consideradas duas instâncias referentes a duas semanas do ano de 2016, tendo-se informação das suas listas de espera, do seu *MSS* e ainda da lista dos cirurgiões. Foi também considerado um ficheiro que contém estimativas por especialidade e por procedimento baseadas nas médias dos registos das cirurgias realizadas entre 2014 e 2016. O programa é executado à sexta-feira para a semana seguinte, ou seja, nas instâncias utilizadas, nos dias 29 de janeiro de 2016 e 15 de abril de 2016. Como tempo de limpeza foram considerados 20 minutos.

Recorde-se que, a versão A corresponde à versão em que, no primeiro tipo de movimentos da heurística melhorativa, se permite trocas entre cirurgias planeadas para hospitais diferentes e a versão B onde apenas se admite trocas entre cirurgias planeadas no mesmo bloco operatório.

4.3.1. Por especialidade

Na execução das heurísticas, na fase da heurística melhorativa, nos primeiro e terceiro tipos de movimentos, apenas são aceites trocas entre cirurgias afetas à mesma especialidade e, por isso, é interessante avaliar as alterações na taxa de ocupação das salas, por especialidade.

Recorde-se que, na especialidade Cirurgia Geral, a taxa de ocupação pode diminuir na execução do primeiro tipo de movimentos, na versão que permite trocas entre cirurgias afetas a blocos operatórios de hospitais diferentes. O mesmo não se verifica para as restantes especialidades, nem na versão que não autoriza trocas entre cirurgias planeadas para hospitais diferentes, onde a taxa de ocupação se mantém constante. Isto ocorre porque nesta especialidade são consideradas estimativas de duração diferentes consoante o hospital em que a cirurgia vai ser planeada e, por isso, quando são trocadas cirurgias desta especialidade que estejam planeadas para hospitais diferentes isso pode conduzir a um aumento do tempo total disponível nos blocos de tempo da especialidade e, consequentemente, a uma redução da taxa de ocupação.

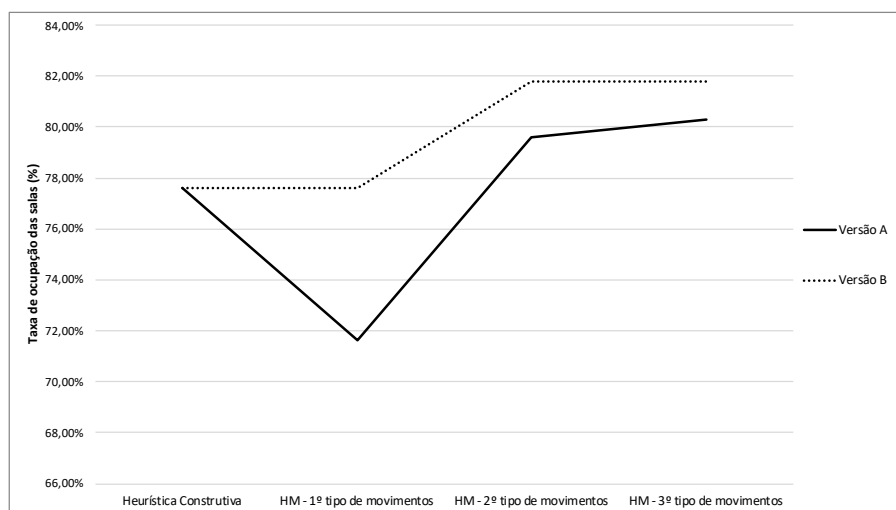


Figura 4.3. Evolução da taxa de ocupação na especialidade Cirurgia Geral, em janeiro

Considerando apenas a especialidade Cirurgia Geral, para as duas instâncias consideradas, constata-se que a taxa de ocupação obtida após a execução da heurística construtiva é de 77,59% na instância de janeiro e 79,82% na instância de abril. Após a execução do primeiro tipo de movimentos, em ambas as instâncias, existe uma diminuição da taxa de ocupação que é colmatada após a execução dos segundo e terceiro tipos de movimentos, na versão que permite troca entre cirurgias planeadas para hospitais diferentes. Assim, após esse decréscimo, de 5,95% em janeiro e 4,9% em abril, verifica-se um aumento de 2,69% e 0,5%, respetivamente, da heurística construtiva para a melhorativa passando assim para 80,28% em janeiro e 80,32% em abril.

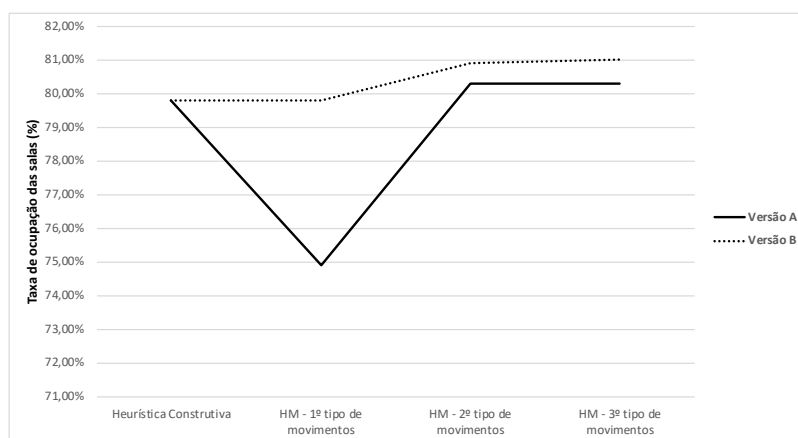


Figura 4.4. Evolução da taxa de ocupação na especialidade Cirurgia Geral, em abril

Por outro lado, na versão que não autoriza trocas entre cirurgias planeadas para blocos operatórios pertencentes a hospitais diferentes, após a execução do primeiro tipo de movimentos, a taxa de ocupação

mantém-se inalterada. Assim, a percentagem de aumento nas duas instâncias, da heurística construtiva para a melhorativa é de 4,2% e 1,22%, obtendo-se 81,79% e 81,04% para janeiro e abril, respetivamente.

Pode assim concluir-se que, nas duas instâncias testadas obtêm-se melhores resultados quando não são permitidas trocas entre blocos de tempo pertencentes a hospitais diferentes. Através das figuras 4.3 e 4.4. pode observar-se a oscilação das taxas de ocupação da especialidade Cirurgia Geral. Recorde-se que a versão A diz respeito à situação em que se permite a troca entre cirurgias de hospitais diferentes e a B quando não se permite.

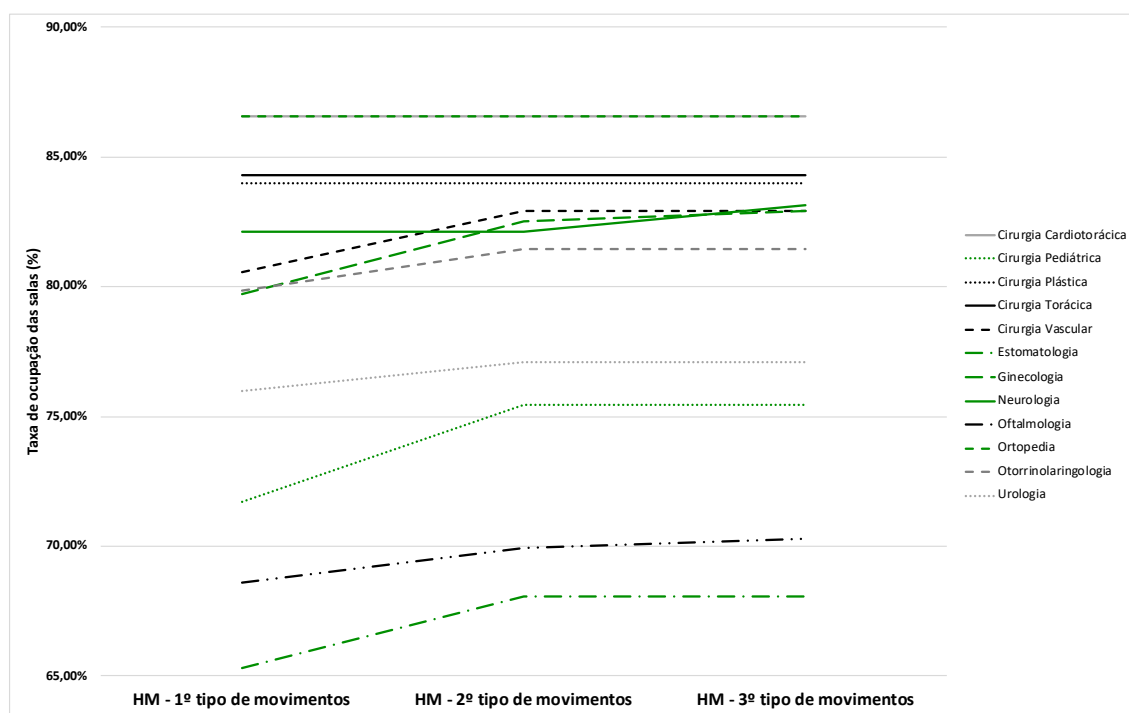


Figura 4.5. Evolução das taxas de ocupação na instância de janeiro (exceto Cirurgia Geral)

Para as restantes especialidades existentes, entre a heurística construtiva e o primeiro tipo de movimentos, a taxa de ocupação não sofre qualquer alteração uma vez que, nesses casos estão a efetuar-se trocas entre cirurgias já planeadas dentro da mesma especialidade com estimativas de duração fixas e, por isso, o tempo total disponível nas salas associadas a essa especialidade é estacionário. Desta forma, interessa observar a evolução da taxa de ocupação na execução das heurísticas sendo que esta é a mesma na heurística construtiva e no primeiro tipo de movimentos. Note-se ainda que, esta nunca poderá diminuir já que o objetivo dos dois últimos tipos de movimentos é exatamente diminuir a quantidade de minutos disponíveis nos blocos de tempo e, conseqüentemente, aumentar a taxa de ocupação. Assim sendo, de seguida irão ser analisados os resultados nas duas instâncias para as restantes especialidades.

Relativamente à instância de janeiro de 2016, tem-se que as taxas de ocupação variam entre 68,07% e 86,55% sendo a mais baixa a de Estomatologia e as mais altas Ortopedia e Cirurgia Cardiotorácica e, portanto, a amplitude de variação é 18,48%. Verificou-se que as taxas de ocupação das especialidades Cirurgia Torácica, Cirurgia Cardiotorácica, Ortopedia e Cirurgia Plástica não sofrem qualquer alteração sendo essas as obtidas na heurística construtiva. Nas restantes especialidades, observa-se um aumento nas taxas de ocupação, menos acentuado na Neurologia e mais na Cirurgia Pediátrica, com uma diferença de 1,05% e 3,7% respetivamente. Pode ainda concluir-se que, nesta instância, as especialidades: Cirurgia Cardiotorácica, Cirurgia Plástica, Cirurgia Torácica, Cirurgia Vascular,

Ginecologia, Neurocirurgia, Ortopedia e Otorrinolaringologia são as especialidades com melhor taxa de ocupação, superior a 80%. Por outro lado, Oftalmologia e Estomatologia, são as especialidades que têm piores resultados, perto de 70%. Observou-se que as taxas de ocupação obtidas para Ortopedia e Cirurgia Cardiotorácica para além de serem as mais altas, não se alteram ao longo da execução das heurísticas. Isto é um indício do bom funcionamento da heurística construtiva e dos bons resultados que produz.

Para a instância de abril, nas especialidades de Otorrinolaringologia, Urologia, Cirurgia Plástica, Cirurgia Vascular, Cirurgia Torácica, Neurocirurgia e Cirurgia Cardiotorácica a taxa de ocupação permanece inalterada em toda a heurística melhorativa pelo que a taxa final apresentada é a obtida na heurística construtiva. Ainda assim, conclui-se que a heurística construtiva produziu bons resultados para estas especialidades já que todas as taxas de ocupação são superiores a 75% (para além disso, exceto Urologia, todas as taxas são superiores a 80%) o que é bastante favorável tendo em atenção que estas taxas não contabilizam o tempo de limpeza.

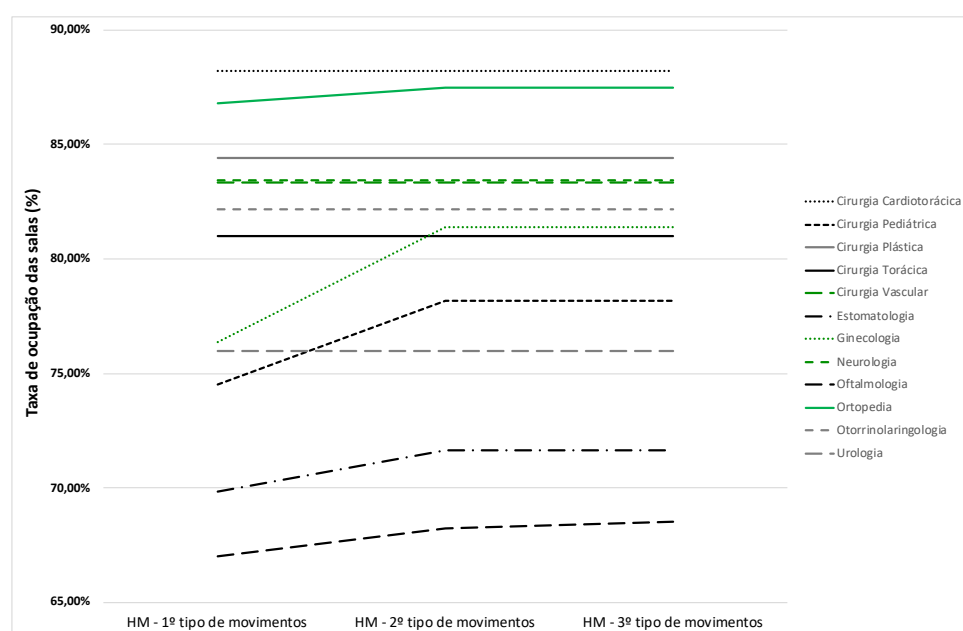


Figura 4.6. Evolução das taxas de ocupação na instância de abril (exceto Cirurgia Geral)

Relativamente às outras especialidades ainda não mencionadas, no que diz respeito à instância de abril, pode constatar-se que têm também boas taxas de ocupação sendo que Estomatologia e Oftalmologia são as especialidades com piores taxas de ocupação, 71,67% e 68,53%, respetivamente. A especialidade com melhor taxa de ocupação é Otorrinolaringologia com 88,22%. Para além disso pode ainda concluir-se que a especialidade que teve o maior aumento da taxa de ocupação com a execução das heurísticas foi Ginecologia que melhorou 5% passando de 76,4% para 81,4%.

Tanto as oscilações das curvas correspondentes às taxas de ocupação das salas das diferentes especialidades presentes neste planeamento como os seus verdadeiros valores podem ser vistos nas figuras 4.5. e 4.6. e ainda nas tabelas 4.15. e 4.16.

Concluindo, no que respeita às taxas de ocupação dentro da mesma especialidade, tem-se que as heurísticas desenvolvidas produziram bons resultados com a maioria das taxas a rondar os 80% e poucas perto dos 70%. Isto são valores bastante razoáveis tendo em consideração que estas taxas não contabilizam os tempos de limpeza e, desse modo, não seria sequer admissível uma solução com taxas de ocupação perto dos 100% (nem dos 90% em alguns casos).

Tabela 4.16. Taxas de ocupação, por especialidade, na instância de janeiro

Especialidade	HC	HM - tipo 1	HM - tipo 2	HM - tipo 3
Cirurgia Geral - Versão A	77,59%	71,64%	79,61%	80,28%
Cirurgia Geral - Versão B	77,59%	77,59%	81,79%	81,79%
Cirurgia Cardiorrástica	86,55%	86,55%	86,55%	86,55%
Cirurgia Pediátrica	71,73%	71,73%	75,43%	75,43%
Cirurgia Plástica	83,98%	83,98%	83,98%	83,98%
Cirurgia Torácica	84,31%	84,31%	84,31%	84,31%
Cirurgia Vascular	80,54%	80,54%	82,91%	82,91%
Estomatologia	65,31%	65,31%	68,07%	68,07%
Ginecologia	79,70%	79,70%	82,50%	82,92%
Neurologia	82,11%	82,11%	82,11%	83,16%
Oftalmologia	68,60%	68,60%	69,93%	70,27%
Ortopedia	86,55%	86,55%	86,55%	86,55%
Otorrinolaringologia	79,84%	79,84%	81,43%	81,43%
Urologia	76,00%	76,00%	77,11%	77,11%

Tabela 4.15. Taxas de ocupação, por especialidade, na instância de abril

Especialidade	HC	HM - tipo 1	HM - tipo 2	HM - tipo 3
Cirurgia Geral - Versão A	79,82%	74,92%	80,32%	80,32%
Cirurgia Geral - Versão B	79,82%	79,82%	80,93%	81,04%
Cirurgia Cardiorrástica	88,22%	88,22%	88,22%	88,22%
Cirurgia Pediátrica	74,54%	74,54%	78,18%	78,18%
Cirurgia Plástica	84,42%	84,42%	84,42%	84,42%
Cirurgia Torácica	81,00%	81,00%	81,00%	81,00%
Cirurgia Vascular	83,33%	83,33%	83,33%	83,33%
Estomatologia	69,85%	69,85%	71,67%	71,67%
Ginecologia	76,40%	76,40%	81,40%	81,40%
Neurologia	83,42%	83,42%	83,42%	83,42%
Oftalmologia	67,01%	67,01%	68,25%	68,53%
Ortopedia	86,81%	86,81%	87,48%	87,48%
Otorrinolaringologia	82,19%	82,19%	82,19%	82,19%
Urologia	76,00%	76,00%	76,00%	76,00%

4.3.2. Por bloco operatório

Após uma breve análise dos resultados por especialidade, na presente secção pretende-se examinar e comparar os resultados por bloco operatório. Como termo de comparação irá ser utilizado o registo das cirurgias efetivamente realizadas nas semanas das instâncias consideradas e ainda o plano obtido através de um modelo em programação linear inteira.

O modelo matemático foi implementado com recurso ao *software* IBM ILOG CPLEX Optimization Studio 12.6.2, sendo que o computador utilizado tem um processador Intel® Core™ i5-4690 3.50GHz e 8GB de memória RAM. Este foi executado utilizando as mesmas duas instâncias utilizadas neste trabalho. A sua função objetivo, para além de respeitar os critérios impostos pelo Serviço Nacional de Saúde, consiste em escolher os pacientes de acordo com a sua prioridade e antiguidade em lista de espera reduzindo o tempo de permanência do paciente em lista de espera. Note-se que o modelo matemático e as heurísticas desenvolvidas têm objetivos diferentes: o principal objetivo das heurísticas é o aumento da taxa de ocupação enquanto que, o do modelo matemático é a redução da dimensão da lista de espera. Tem-se então que, é admissível que a taxa de ocupação obtida através do modelo não seja a ótima dado que este atribui mais peso à redução da lista de espera do que ao aumento da taxa de ocupação.

Na execução do modelo matemático foi estipulado um tempo máximo de execução de 15 minutos, uma vez que a obtenção da solução ótima não é garantida em tempo polinomial. Como medida de avaliação da qualidade da solução obtida pelo modelo matemático foi utilizado o *gap*. Este representa o desvio entre o valor da melhor solução admissível obtida através do modelo e o seu limite inferior, ou seja,

$$gap = \frac{\text{valor da melhor solução admissível} - \text{valor do limite inferior obtido pelo CPLEX}}{\text{valor do limite inferior obtido pelo CPLEX}} \times 100$$

Os gaps obtidos foram 0,11% na instância de janeiro e 0,14% na instância de abril. Assim, é possível concluir que as soluções obtidas pelo modelo matemático são muito satisfatórias, já que o *gap* é muito pequeno. Relativamente aos tempos de execução conclui-se que, qualquer das heurísticas, produz uma solução muito mais rapidamente, como se pode observar na tabela 4.17. Deste modo, a presente secção está dividida em onze subsecções correspondendo a cada um dos diferentes blocos operatórios existentes nas instâncias utilizadas.

Tabela 4.17. Comparação entre os tempos de execução das heurísticas e do modelo matemático

		Tempo de execução (segundos)
janeiro	Heurísticas Versão A	112
	Heurísticas Versão B	97
	Modelo	900
abril	Heurísticas Versão A	127
	Heurísticas Versão B	119
	Modelo	900

4.3.2.1. Bloco Operatório de Urologia

O bloco operatório de Urologia conta com uma sala que funciona em todos os dias úteis em ambas as instâncias consideradas, tendo por isso cinco blocos de tempo com 300 minutos cada um, perfazendo um total de 1500 minutos disponíveis. Este bloco apenas realiza cirurgias da sua especialidade e de âmbito ambulatorio.

Relativamente à instância de janeiro, no terceiro capítulo viu-se que esta especialidade conta com 563 pacientes em lista de espera, dos quais 55 já ultrapassaram a data limite para a realização da sua cirurgia.

A partir da tabela 4.18, pode verificar-se que, pela execução das heurísticas construídas neste trabalho apenas são planeadas 12 cirurgias enquanto pelo modelo são planeadas 20 e no registo hospital tem-se informação que foram realizadas 19 cirurgias. Assim, a taxa de ocupação do bloco no que diz respeito a tempo de cirurgia foi 78,53% utilizando as heurísticas e 70,32% pelo modelo. Esta diferença deve-se ao facto de o modelo planear muito mais cirurgias do que as heurísticas pelo que os blocos de tempo estão mais ocupados com a limpeza, isto é, a solução obtida pela execução das heurísticas tem 16% do seu tempo total gasto em limpeza enquanto que a solução do modelo matemático utiliza 26,67% do tempo em limpeza. Isto sucede-se porque no modelo o principal foco é realizar o maior número possível de cirurgias enquanto que, nas heurísticas é preencher os blocos de tempo ao máximo (com cirurgias), verificando os critérios de prioridade e antiguidade dos pacientes em lista de espera.

No que diz respeito ao que foi efetivamente realizado no hospital, na semana considerada, verifica-se que a sua taxa de ocupação total, em média, é 130,2% pelo que se conclui que o bloco esteve ocupado mais tempo do que o admissível. Repare-se que, na terça-feira a taxa de ocupação foi de 224,67%, para além disso, verifica-se ainda que o tempo disponível estipulado foi ultrapassado na maioria dos dias, o que era espectável uma vez que a duração de qualquer cirurgia não é fixa pois podem sempre ocorrer imprevistos.

Na instância de abril, são planeadas 14 cirurgias pelas heurísticas enquanto que, pelo modelo são planeadas 20, tal como se verificou na instância de janeiro como se pode verificar na tabela 4.19. Nesta instância, a taxa de ocupação obtida a partir das heurísticas é de 68,67% enquanto a obtida no modelo matemático é 68,35%. Em relação ao que foi realizado no hospital entre 18 e 22 de abril de 2016 pode concluir-se que, em média, o bloco foi ocupado pouco mais tempo do que o que estava estipulado.

Tabela 4.18. Resultados do bloco operatório de Urologia na instância de janeiro

		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Total
Número de cirurgias	Heurísticas	2	2	3	2	3	12
	Modelo	4	4	4	4	4	20
	Registo	2	7	4	3	3	19
Duração em sala	Heurísticas	244	213	236	247	238	1178
	Modelo	211,95	207,03	211,95	211,95	211,95	1054,83
	Registo	297	534	206	264	272	1573
Disponibilidade		300	300	300	300	300	1500
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	40	60	40	60	240
	Modelo	80	80	80	80	80	400
	Registo	40	140	80	60	60	380
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	81,33%	71,00%	78,67%	82,33%	79,33%	78,53%
	Modelo	70,65%	69,01%	70,65%	70,65%	70,65%	70,32%
	Registo	99,00%	178,00%	68,67%	88,00%	90,67%	104,87%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	94,67%	84,33%	98,67%	95,67%	99,33%	94,53%
	Modelo	97,32%	95,68%	97,32%	97,32%	97,32%	96,99%
	Registo	112,33%	224,67%	95,33%	108,00%	110,67%	130,20%

Tabela 4.19. Resultados do bloco operatório de Urologia na instância de abril

		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Total
Número de cirurgias	Heurísticas	3	3	3	3	2	14
	Modelo	4	4	4	4	4	20
	Registo	4	3	6	4	2	19
Duração em sala	Heurísticas	231	190	180	231	198	1030
	Modelo	202,11	207,03	207,03	207,03	202,11	1025,31
	Registo	261	189	234	255	222	1161
Disponibilidade		300	300	300	300	300	1500
Tempo de limpeza	Heurísticas	60	60	60	60	40	280
	Modelo	80	80	80	80	80	400
	Registo	80	60	120	80	40	380
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	77,00%	63,33%	60,00%	77,00%	66,00%	68,67%
	Modelo	67,37%	69,01%	69,01%	69,01%	67,37%	68,35%
	Registo	87,00%	63,00%	78,00%	85,00%	74,00%	77,40%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	97,00%	83,33%	80,00%	97,00%	79,33%	87,33%
	Modelo	94,04%	95,68%	95,68%	95,68%	94,04%	95,02%
	Registo	113,67%	83,00%	118,00%	111,67%	87,33%	102,73%

4.3.2.2. Bloco Operatório Central (HPV)

Ao contrário do bloco operatório apresentado na subsecção anterior, este contém diversas especialidades, que variam consoante a instância: Cirurgia Geral, Cirurgia Torácica, Ortopedia, Otorrinolaringologia, Cirurgia Vascular, Estomatologia e Neurocirurgia. Como a especialidade Cirurgia Geral está presente neste bloco é necessário ter em conta as duas versões criadas quando os resultados são analisados.

O bloco operatório central do Hospital Pulido Valente tem alguns blocos de tempo encerrados e estes diferem nas duas instâncias em estudo, quer em tempo disponível quer nas especialidades associadas a cada bloco de tempo. Em ambas as instâncias existem 6 salas, mas nem todas estão disponíveis sendo que, o MSS de janeiro conta com 7320 minutos disponíveis enquanto o de abril apenas com 6360 minutos.

Nas tabelas 4.20. e 4.21. pode observar-se, para cada dia da semana, o número de cirurgias realizadas, a correspondente duração, em minutos, o tempo disponível (em minutos) e as taxas de ocupação das duas versões das heurísticas, do modelo matemático e ainda do registo do que foi realizado pelo hospital.

Relativamente à instância de janeiro, começa-se por comparar as duas versões executadas e repare-se que, a versão B produz uma melhor taxa de ocupação do que a versão A tendo planeado o mesmo

número de cirurgias e, por isso, têm o mesmo tempo de limpeza tendo sido obtido 80,61% e 80,45% para a versão A e B, respetivamente.

A quantidade de cirurgias planeadas pelas heurísticas e pelo modelo matemático, nesta instância, foi próximo (51 e 52 cirurgias) tendo assim ocupado 1020 e 1040 dos 7320 minutos disponíveis, o que representa uma percentagem de aproximadamente 14%. No que diz respeito ao registo, numa visão global, pode afirmar-se que foi ineficiente relativamente à taxa de ocupação (71,95%), cerca de menos dez por cento do que a obtida pelas heurísticas e até pelo modelo matemático o que, mais uma vez, revela a má gestão dos recursos do hospital.

Por outro lado, na instância de abril pode verificar-se que a taxa de ocupação foi precisamente a mesma em cada uma das versões construídas. Ainda assim, como o número de cirurgias planeadas não foi o mesmo pelo que se deve optar pela que tenha menor taxa de ocupação com limpeza, neste caso, a versão B, que não permite trocas entre cirurgias planeadas para hospitais diferentes.

Ainda nesta instância pode verificar-se que, a taxa obtida pelo modelo matemático foi 81,55%, aproximadamente 2 pontos percentuais acima da obtida pelas heurísticas. Como as heurísticas é muito mais rápido pode concluir-se que a taxa de ocupação obtida por elas é muito favorável.

Por fim, no que foi realizado pelo hospital pode observar-se uma elevada inconstância nas taxas de ocupação sendo a mais elevada na quarta-feira, na sala B de 160% e a menor de 21,39% na sexta-feira, sala A.

4.3.2.3. Bloco Operatório Central (HSM)

O bloco operatório central do Hospital Santa Maria é o maior deste Centro Hospitalar. Conta com 6 salas, quase todas em funcionamento e realiza cirurgias de várias especialidades. Cirurgia Geral, Ortopedia, Urologia, Estomatologia e Cirurgia Vascular são algumas das especialidades afetas a este bloco operatório. Tal como no bloco operatório central do Hospital Pulido Valente, realiza operações de Cirurgia Geral pelo que será necessário ter em conta as duas versões do programa.

No *MSS* referente ao mês de janeiro o bloco operatório central dispõe de 15120 minutos enquanto o de abril de 16140.

Nas tabelas 4.22. e 4.23. são apresentados os resumos dos resultados obtidos nas instâncias de janeiro e abril. Através dos mesmos é possível verificar que a versão B torna a ser a que produz melhores resultados no que diz respeito à taxa de ocupação nas duas instâncias consideradas. O modelo matemático planeia, em janeiro (abril), 117 (118) cirurgias enquanto que com as heurísticas são planeadas 99 e 96 (105 e 103) em cada uma das versões A e B, respetivamente. Assim, a taxa de ocupação obtida pelo modelo matemático é pior do que a obtida pela versão B das heurísticas. O mesmo não se pode afirmar em relação à taxa de ocupação com limpeza onde a do modelo matemático é mais elevada. Ora, isto acontece devido à diferença significativa o número de cirurgias planeadas durante a semana. Mais uma vez, é de referir que, o modelo e as heurísticas não têm exatamente a mesma função objetivo.

Nas semanas em questão foram realizadas 105 cirurgias em janeiro e 100 em abril, menos do que as que foram sugeridas pelo modelo matemático. Ainda assim, as salas pertencentes a este bloco, em média, foram ocupadas durante mais tempo do que o disponível no horário.

Tabela 4.20. Resultados do bloco operatório Central (HPV) na instância de janeiro

Segunda-feira												Terça-feira											
Sala			A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F									
Número de cirurgias	Heur Versão A		0	4	0	3	2	0	7	4	0	2	2	0									
	Heur Versão B		0	4	0	3	2	0	7	4	0	2	2	0									
	Modelo		0	3	0	4	2	0	5	3	0	3	2	0									
Duração em sala	Heur Versão A		0	331	0	584	319	0	515	338	0	273	311	0									
	Heur Versão B		0	300	0	584	319	0	518	338	0	273	311	0									
	Modelo		0	349	0	567,41	312,78	0	541,1	354,55	0	346,86	310,63	0									
Disponibilidade	Heur Versão A		0	394	0	694	99	0	456	383	0	351	128	0									
	Modelo		0	420	0	660	360	0	660	420	0	420	360	0									
	Registo		0	80	0	60	40	0	140	80	0	40	40	0									
Tempo de Impeza	Heur Versão A		0	80	0	60	40	0	140	80	0	40	40	0									
	Heur Versão B		0	60	0	80	40	0	100	60	0	60	40	0									
	Modelo		0	80	0	60	60	0	100	80	0	40	80	0									
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heur Versão A		x	78,81%	x	88,48%	88,61%	x	78,03%	80,48%	x	65,00%	86,39%	x									
	Heur Versão B		x	71,43%	x	88,48%	88,61%	x	78,48%	80,48%	x	65,00%	86,39%	x									
	Modelo		x	83,21%	x	85,97%	86,88%	x	81,98%	84,42%	x	82,59%	86,29%	x									
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A		x	93,81%	x	105,15%	27,50%	x	69,09%	91,19%	x	83,57%	35,56%	x									
	Heur Versão B		x	97,86%	x	97,58%	99,72%	x	99,24%	99,52%	x	74,52%	97,50%	x									
	Modelo		x	90,48%	x	97,58%	99,72%	x	99,70%	99,52%	x	74,52%	97,50%	x									
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A		x	97,50%	x	98,09%	97,99%	x	97,14%	98,70%	x	96,87%	97,40%	x									
	Heur Versão B		x	97,50%	x	98,09%	97,99%	x	97,14%	98,70%	x	96,87%	97,40%	x									
	Registo		x	112,86%	x	114,24%	44,17%	x	84,24%	110,24%	x	93,10%	57,78%	x									

Quarta-feira												Quinta-feira											
Sala			A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F									
Número de cirurgias	Heur Versão A		4	4	0	3	0	0	0	3	0	2	0	0									
	Heur Versão B		4	4	0	3	0	0	0	3	0	2	0	0									
	Modelo		4	5	0	4	0	0	0	4	0	2	0	0									
Duração em sala	Heur Versão A		2	5	0	3	0	0	0	8	0	2	0	0									
	Heur Versão B		263	328	0	587	0	0	0	346	0	377	0	0									
	Modelo		263	328	0	587	0	0	0	346	0	377	0	0									
Disponibilidade	Heur Versão A		237,12	319,83	0	555,47	0	0	0	324,72	0	344,86	0	0									
	Modelo		237	311	0	605	0	0	0	431	0	338	0	0									
	Registo		360	420	0	660	0	0	0	420	0	420	0	0									
Tempo de Impeza	Heur Versão A		80	80	0	60	0	0	0	60	0	40	0	0									
	Heur Versão B		80	80	0	60	0	0	0	60	0	40	0	0									
	Modelo		80	100	0	80	0	0	0	80	0	40	0	0									
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heur Versão A		40	100	0	60	0	0	0	160	0	40	0	0									
	Heur Versão B		73,06%	78,10%	x	88,94%	x	x	82,38%	x	89,76%	x	x	63,33%									
	Modelo		73,06%	78,10%	x	88,94%	x	x	82,38%	x	89,76%	x	x	63,33%									
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A		65,87%	76,13%	x	84,16%	x	x	77,31%	x	82,11%	x	x	84,58%									
	Heur Versão B		65,83%	74,03%	x	91,67%	x	x	102,62%	x	78,10%	x	x	58,06%									
	Modelo		65,83%	74,03%	x	91,67%	x	x	102,62%	x	78,10%	x	x	58,06%									
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A		95,28%	97,14%	x	98,03%	x	x	96,67%	x	99,29%	x	x	68,89%									
	Heur Versão B		95,28%	97,14%	x	98,03%	x	x	96,67%	x	99,29%	x	x	68,89%									
	Modelo		88,09%	99,96%	x	96,28%	x	x	96,36%	x	91,63%	x	x	95,69%									
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A		76,94%	97,86%	x	100,76%	x	x	140,71%	x	87,62%	x	x	80,28%									
	Heur Versão B		76,94%	97,86%	x	100,76%	x	x	140,71%	x	87,62%	x	x	80,28%									
	Registo		76,94%	97,86%	x	100,76%	x	x	140,71%	x	87,62%	x	x	80,28%									

Tabela 4.21. Resultados do bloco operatório Central (HPV) na instância de abril

		Segunda-feira						Terça-feira					
Sala		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Número de cirurgias	Heur Versão A	0	7	3	3	0	0	4	6	2	0	0	0
	Heur Versão B	0	6	3	3	0	0	4	6	2	0	0	0
	Modelo	0	4	2	2	0	0	3	5	2	0	0	0
Duração em sala	Registro	0	5	2	5	0	0	5	5	1	0	0	0
	Heur Versão A	0	512	316	270	0	0	335	500	319	0	0	0
	Heur Versão B	0	507	316	270	0	0	338	505	319	0	0	0
Disponibilidade	Modelo	0	571	344,86	307,49	0	0	352,05	536,27	279,19	0	0	0
	Registro	0	473	451	288	0	0	634	603	365	0	0	0
Tempo de limpeza	Heur Versão A	0	660	420	360	0	0	420	660	360	0	0	0
	Heur Versão B	0	140	60	60	0	0	80	120	40	0	0	0
	Modelo	0	120	60	60	0	0	80	120	40	0	0	0
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registro	0	80	40	40	0	0	60	100	40	0	0	0
	Heur Versão A	x	77,58%	75,24%	75,00%	x	x	79,76%	75,76%	88,61%	x	x	x
	Heur Versão B	x	76,82%	75,24%	75,00%	x	x	80,48%	76,52%	88,61%	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	x	86,48%	82,11%	85,41%	x	x	83,82%	81,25%	77,55%	x	x	x
	Registro	x	71,67%	107,38%	80,00%	x	x	130,95%	91,36%	101,39%	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A	x	98,79%	89,52%	91,67%	x	x	98,81%	93,94%	99,72%	x	x	x
	Heur Versão B	x	95,00%	89,52%	91,67%	x	x	99,52%	94,70%	99,72%	x	x	x
	Modelo	x	98,60%	91,63%	96,53%	x	x	98,119%	96,40%	88,66%	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Registro	x	86,82%	116,90%	107,78%	x	x	174,76%	106,52%	106,94%	x	x	x
		Quarta-feira						Quinta-feira					
Sala		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Número de cirurgias	Heur Versão A	4	4	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0
	Heur Versão B	4	4	3	0	0	0	0	2	2	0	0	0
	Modelo	4	2	4	0	0	0	0	3	2	0	0	0
Duração em sala	Registro	3	4	5	0	0	0	0	8	1	0	0	0
	Heur Versão A	231	277	504	0	0	0	0	280	319	0	0	0
	Heur Versão B	231	274	504	0	0	0	0	280	319	0	0	0
Disponibilidade	Modelo	237,12	313,76	579,5	0	0	0	0	282,37	306,32	0	0	0
	Registro	297	307	552	0	0	0	0	576	499	0	0	0
Tempo de limpeza	Heur Versão A	360	360	660	0	0	0	0	360	360	0	0	0
	Heur Versão B	80	80	60	0	0	0	0	40	40	0	0	0
	Modelo	80	80	60	0	0	0	0	40	40	0	0	0
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registro	80	40	80	0	0	0	0	60	40	0	0	0
	Heur Versão A	64,17%	76,94%	76,36%	x	x	x	77,78%	88,61%	x	x	x	x
	Heur Versão B	64,17%	76,11%	76,36%	x	x	x	77,78%	88,61%	x	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	65,87%	87,16%	87,80%	x	x	x	78,44%	85,09%	x	x	x	x
	Registro	82,50%	85,28%	83,64%	x	x	x	160,00%	138,61%	x	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A	86,39%	99,17%	85,45%	x	x	x	88,89%	99,72%	x	x	x	x
	Heur Versão B	86,39%	98,33%	85,45%	x	x	x	88,89%	99,72%	x	x	x	x
	Modelo	88,09%	98,27%	99,92%	x	x	x	95,10%	96,20%	x	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Registro	99,17%	107,50%	98,79%	x	x	x	204,44%	144,17%	x	x	x	x
		Sexta-feira						Sábado					
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Número de cirurgias	Heur Versão A	4	4	3	0	0	0	4	3	4	0	0	0
	Heur Versão B	4	4	3	0	0	0	4	3	4	0	0	0
	Modelo	4	2	4	0	0	0	4	2	6	0	0	0
Duração em sala	Registro	3	4	5	0	0	0	1	4	4	3	2	0
	Heur Versão A	231	277	504	0	0	0	279	242	534	0	0	0
	Heur Versão B	231	274	504	0	0	0	279	254	534	0	0	0
Disponibilidade	Modelo	237,12	313,76	579,5	0	0	0	237,12	318,47	521,17	0	0	0
	Registro	297	307	552	0	0	0	77	341	274	260	228	0
Tempo de limpeza	Heur Versão A	360	360	660	0	0	0	360	360	660	0	0	0
	Heur Versão B	80	80	60	0	0	0	80	60	80	0	0	0
	Modelo	80	80	60	0	0	0	80	60	80	0	0	0
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registro	80	40	80	0	0	0	80	40	120	0	0	0
	Heur Versão A	64,17%	76,94%	76,36%	x	x	x	77,50%	67,22%	80,91%	x	x	x
	Heur Versão B	64,17%	76,11%	76,36%	x	x	x	77,50%	70,56%	80,91%	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	65,87%	87,16%	87,80%	x	x	x	65,87%	88,46%	78,97%	x	x	x
	Registro	82,50%	85,28%	83,64%	x	x	x	21,39%	94,72%	41,52%	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A	86,39%	99,17%	85,45%	x	x	x	99,72%	83,89%	93,03%	x	x	x
	Heur Versão B	86,39%	98,33%	85,45%	x	x	x	99,72%	83,89%	93,03%	x	x	x
	Modelo	88,09%	98,27%	99,92%	x	x	x	88,09%	99,58%	97,15%	x	x	x
Taxa de ocupação c/ limpeza	Registro	99,17%	107,50%	98,79%	x	x	x	26,94%	116,94%	53,64%	x	x	x
		Total											
		51	50	45	58	4918	4930	6225	5186	6225	5186	6225	5186

Tabela 4.22. Resultados do bloco operatório Central (HSM) na instância de janeiro

		Segunda-feira						Terça-feira					
Sala		1A	1B	2A	2B	3A	3B	1A	1B	2A	2B	3A	3B
Número de cirurgias	Heur Versão A	3	2	6	4	4	3	2	3	4	5	2	7
	Heur Versão B	3	2	5	3	4	3	2	3	4	5	2	7
	Modelo	5	3	5	3	6	4	4	7	5	6	4	8
Duração em sala	Registro	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	2	5
	Heur Versão A	574	362	527	326	536	305	350	598	339	559	368	519
	Heur Versão B	574	362	559	357	536	305	350	598	338	551	368	519
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	547,46	359	541,1	358,16	525,91	327,02	336,48	503,34	319,05	537,08	324,72	498,25
	Registro	675	689	608	628	475	505	613	517	599	516	439	609
Disponibilidade	Heur Versão A	660	420	660	420	660	420	660	420	660	420	660	420
	Heur Versão B	60	40	120	80	80	60	40	60	80	100	40	140
	Modelo	100	60	100	60	120	80	80	140	100	120	80	160
Tempo de limpeza	Registro	60	80	60	80	60	80	80	60	60	60	40	100
	Heur Versão A	60	40	120	80	80	60	40	60	80	100	40	140
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heur Versão B	60	40	100	60	80	60	40	60	80	100	40	140
	Modelo	100	60	100	60	120	80	80	140	100	120	80	160
Taxa de ocupação c/ limpeza	Registro	60	80	60	80	60	80	80	60	60	60	40	100
	Heur Versão A	86,97%	86,19%	79,85%	77,62%	81,21%	72,62%	83,33%	90,61%	80,71%	84,70%	87,62%	78,64%
	Heur Versão B	86,97%	86,19%	84,70%	85,00%	81,21%	72,62%	83,33%	90,61%	80,48%	83,48%	87,62%	78,64%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Modelo	82,95%	85,37%	81,98%	85,28%	79,68%	77,86%	80,11%	76,26%	75,96%	81,38%	77,31%	75,49%
	Registro	102,27%	164,05%	92,12%	92,12%	71,97%	120,24%	145,95%	78,33%	142,62%	78,18%	104,52%	92,27%
	Heur Versão A	96,06%	95,71%	98,33%	96,67%	93,33%	86,90%	92,86%	99,70%	99,76%	99,85%	97,14%	99,85%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão B	96,06%	95,71%	99,85%	99,29%	93,33%	86,90%	92,86%	99,70%	99,52%	98,64%	97,14%	99,85%
	Modelo	98,10%	99,65%	97,14%	99,56%	97,87%	96,91%	99,16%	97,48%	99,77%	99,56%	96,36%	99,73%
	Registro	111,36%	183,10%	101,21%	168,57%	81,06%	139,29%	165,00%	87,42%	156,90%	87,27%	114,05%	107,42%

		Quarta-feira						Quinta-feira					
Sala		1A	1B	2A	2B	3A	3B	1A	1B	2A	2B	3A	3B
Número de cirurgias	Heur Versão A	3	1	5	3	3	2	2	3	4	5	3	7
	Heur Versão B	3	1	4	3	3	2	2	3	4	5	3	7
	Modelo	3	3	4	3	4	4	3	3	4	5	4	5
Duração em sala	Registro	3	4	5	3	3	5	2	4	2	5	3	6
	Heur Versão A	556	356	498	350	533	325	363	599	338	559	356	513
	Heur Versão B	556	356	574	343	533	325	363	599	338	558	356	513
Disponibilidade	Modelo	570,9	341,22	577,82	352,05	579,08	327,02	358,54	570,9	336,53	570,84	324,72	538,6
	Registro	658	556	619	522	595	579	436	529	511	448	537	478
	Heur Versão A	660	420	660	420	660	420	660	420	660	420	660	420
Tempo de limpeza	Heur Versão B	60	20	100	60	60	40	40	60	80	100	60	140
	Heur Versão B	60	20	80	60	60	40	40	60	80	100	60	140
	Modelo	60	60	80	60	80	80	60	60	60	80	80	100
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registro	60	80	100	60	60	100	40	80	40	100	60	120
	Heur Versão A	84,24%	84,76%	75,45%	83,33%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,70%	84,76%	77,73%
	Heur Versão B	84,24%	84,76%	86,79%	81,67%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,55%	84,76%	77,73%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	86,50%	81,24%	87,55%	83,82%	87,74%	77,86%	85,37%	86,50%	84,89%	86,49%	77,31%	81,61%
	Registro	99,70%	132,38%	93,79%	124,29%	90,15%	137,86%	103,81%	80,15%	125,95%	77,42%	106,67%	81,36%
	Heur Versão A	93,33%	89,52%	90,61%	97,62%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,85%	98,94%	92,58%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão B	93,33%	89,52%	99,09%	95,95%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,70%	99,05%	98,94%
	Modelo	95,59%	95,53%	99,67%	98,11%	99,86%	96,91%	99,55%	95,59%	99,17%	98,61%	96,36%	96,76%
	Registro	108,79%	151,43%	108,94%	138,57%	99,24%	161,67%	113,33%	92,27%	135,48%	92,58%	120,95%	99,55%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heur Versão A	84,24%	84,76%	75,45%	83,33%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,70%	84,76%	77,73%
	Heur Versão B	84,24%	84,76%	86,79%	81,67%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,55%	84,76%	77,73%
	Modelo	86,50%	81,24%	87,55%	83,82%	87,74%	77,86%	85,37%	86,50%	84,89%	86,49%	77,31%	81,61%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Registro	99,70%	132,38%	93,79%	124,29%	90,15%	137,86%	103,81%	80,15%	125,95%	77,42%	106,67%	81,36%
	Heur Versão A	93,33%	89,52%	90,61%	97,62%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,85%	98,94%	92,58%
	Heur Versão B	93,33%	89,52%	99,09%	95,95%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,70%	99,05%	98,94%
	Modelo	95,59%	95,53%	99,67%	98,11%	99,86%	96,91%	99,55%	95,59%	99,17%	98,61%	96,36%	96,76%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registro	108,79%	151,43%	108,94%	138,57%	99,24%	161,67%	113,33%	92,27%	135,48%	92,58%	120,95%	99,55%
	Heur Versão A	84,24%	84,76%	75,45%	83,33%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,70%	84,76%	77,73%
	Heur Versão B	84,24%	84,76%	86,79%	81,67%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,55%	84,76%	77,73%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Modelo	86,50%	81,24%	87,55%	83,82%	87,74%	77,86%	85,37%	86,50%	84,89%	86,49%	77,31%	81,61%
	Registro	99,70%	132,38%	93,79%	124,29%	90,15%	137,86%	103,81%	80,15%	125,95%	77,42%	106,67%	81,36%
	Heur Versão A	93,33%	89,52%	90,61%	97,62%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,85%	98,94%	92,58%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão B	93,33%	89,52%	99,09%	95,95%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,70%	99,05%	98,94%
	Modelo	95,59%	95,53%	99,67%	98,11%	99,86%	96,91%	99,55%	95,59%	99,17%	98,61%	96,36%	96,76%
	Registro	108,79%	151,43%	108,94%	138,57%	99,24%	161,67%	113,33%	92,27%	135,48%	92,58%	120,95%	99,55%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heur Versão A	84,24%	84,76%	75,45%	83,33%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,70%	84,76%	77,73%
	Heur Versão B	84,24%	84,76%	86,79%	81,67%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,55%	84,76%	77,73%
	Modelo	86,50%	81,24%	87,55%	83,82%	87,74%	77,86%	85,37%	86,50%	84,89%	86,49%	77,31%	81,61%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Registro	99,70%	132,38%	93,79%	124,29%	90,15%	137,86%	103,81%	80,15%	125,95%	77,42%	106,67%	81,36%
	Heur Versão A	93,33%	89,52%	90,61%	97,62%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,85%	98,94%	92,58%
	Heur Versão B	93,33%	89,52%	99,09%	95,95%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,70%	99,05%	98,94%
	Modelo	95,59%	95,53%	99,67%	98,11%	99,86%	96,91%	99,55%	95,59%	99,17%	98,61%	96,36%	96,76%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registro	108,79%	151,43%	108,94%	138,57%	99,24%	161,67%	113,33%	92,27%	135,48%	92,58%	120,95%	99,55%
	Heur Versão A	84,24%	84,76%	75,45%	83,33%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,70%	84,76%	77,73%
	Heur Versão B	84,24%	84,76%	86,79%	81,67%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,55%	84,76%	77,73%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Modelo	86,50%	81,24%	87,55%	83,82%	87,74%	77,86%	85,37%	86,50%	84,89%	86,49%	77,31%	81,61%
	Registro	99,70%	132,38%	93,79%	124,29%	90,15%	137,86%	103,81%	80,15%	125,95%	77,42%	106,67%	81,36%
	Heur Versão A	93,33%	89,52%	90,61%	97,62%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,85%	98,94%	92,58%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão B	93,33%	89,52%	99,09%	95,95%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,70%	99,05%	98,94%
	Modelo	95,59%	95,53%	99,67%	98,11%	99,86%	96,91%	99,55%	95,59%	99,17%	98,61%	96,36%	96,76%
	Registro	108,79%	151,43%	108,94%	138,57%	99,24%	161,67%	113,33%	92,27%	135,48%	92,58%	120,95%	99,55%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heur Versão A	84,24%	84,76%	75,45%	83,33%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,70%	84,76%	77,73%
	Heur Versão B	84,24%	84,76%	86,79%	81,67%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,55%	84,76%	77,73%
	Modelo	86,50%	81,24%	87,55%	83,82%	87,74%	77,86%	85,37%	86,50%	84,89%	86,49%	77,31%	81,61%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Registro	99,70%	132,38%	93,79%	124,29%	90,15%	137,86%	103,81%	80,15%	125,95%	77,42%	106,67%	81,36%
	Heur Versão A	93,33%	89,52%	90,61%	97,62%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,85%	98,94%	92,58%
	Heur Versão B	93,33%	89,52%	99,09%	95,95%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,70%	99,05%	98,94%
	Modelo	95,59%	95,53%	99,67%	98,11%	99,86%	96,91%	99,55%	95,59%	99,17%	98,61%	96,36%	96,76%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registro	108,79%	151,43%	108,94%	138,57%	99,24%	161,67%	113,33%	92,27%	135,48%	92,58%	120,95%	99,55%
	Heur Versão A	84,24%	84,76%	75,45%	83,33%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,70%	84,76%	77,73%
	Heur Versão B	84,24%	84,76%	86,79%	81,67%	80,76%	77,38%	86,43%	90,76%	80,48%	84,55%	84,76%	77,73%
Taxa de ocupação s/ limpeza	Modelo	86,50%	81,24%	87,55%	83,82%	87,74%	77,86%	85,37%	86,50%	84,89%	86,49%	77,31%	81,61%
	Registro	99,70%	132,38%	93,79%	124,29%	90,15%	137,86%	103,81%	80,15%	125,95%	77,42%	106,67%	81,36%
	Heur Versão A	93,33%	89,52%	90,61%	97,62%	89,85%	86,90%	95,85%	99,85%	99,52%	99,85%	98,94%	92,58%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão B	93,33%	89										

Tabela 4.23. Resultados do bloco operatório Central (HSM) na instância de abril

		Segunda-feira						Terça-feira					
Sala		1A	1B	2A	2B	3A	3B	1A	1B	2A	2B	3A	3B
Número de cirurgias	Heur Versão A	3	2	6	3	4	3	2	3	3	5	2	5
	Heur Versão B	3	2	5	4	4	3	2	3	4	5	2	5
	Modelo	3	2	5	3	4	4	2	6	3	3	5	4
Duração em sala	Registo	3	3	5	3	3	4	3	3	3	3	2	5
	Heur Versão A	591	370	539	333	579	358	354	599	359	557	368	555
	Heur Versão B	591	370	539	338	579	358	354	599	337	559	368	555
Disponibilidade	Modelo	567,9	378,6	539,36	356,53	575,64	327,02	379,6	539,78	358,16	545,81	324,72	538,6
	Registo	777	867	735	747	673	704	811	838	765	827	650	627
	Registo	660	420	660	420	660	420	420	660	420	660	420	660
Tempo de limpeza	Heur Versão A	60	40	120	60	80	60	60	40	60	60	100	40
	Heur Versão B	60	40	100	80	80	60	40	60	80	100	40	100
	Modelo	60	40	100	60	80	80	80	40	120	60	100	80
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registo	60	60	100	100	60	60	60	60	60	60	40	100
	Heur Versão A	89,55%	88,10%	81,67%	79,29%	87,73%	85,24%	84,29%	90,76%	85,48%	84,39%	87,62%	84,09%
	Heur Versão B	89,55%	88,10%	81,67%	80,48%	87,73%	85,24%	84,29%	90,76%	80,24%	84,70%	87,62%	84,09%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	86,05%	90,14%	84,75%	84,89%	87,22%	77,86%	90,38%	81,78%	85,28%	82,70%	77,31%	81,61%
	Registo	117,73%	206,43%	111,36%	177,86%	101,97%	167,62%	193,10%	126,97%	182,14%	125,30%	154,76%	95,00%
	Registo	98,64%	97,62%	99,85%	93,57%	99,85%	99,52%	93,81%	99,85%	99,76%	99,55%	97,14%	99,24%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A	98,64%	97,62%	96,82%	99,52%	99,85%	99,52%	93,81%	99,85%	99,29%	99,85%	97,14%	99,24%
	Heur Versão B	98,64%	97,62%	96,82%	99,52%	99,85%	99,52%	93,81%	99,85%	99,29%	99,85%	97,14%	99,24%
	Modelo	95,14%	99,67%	99,90%	99,17%	99,24%	96,91%	99,90%	99,97%	99,56%	97,85%	96,36%	96,76%
	Registo	126,82%	220,71%	126,52%	201,67%	111,06%	186,67%	207,38%	136,06%	196,43%	134,39%	164,29%	110,15%
	Registo	126,82%	220,71%	126,52%	201,67%	111,06%	186,67%	207,38%	136,06%	196,43%	134,39%	164,29%	110,15%
	Registo	126,82%	220,71%	126,52%	201,67%	111,06%	186,67%	207,38%	136,06%	196,43%	134,39%	164,29%	110,15%
		Quarta-feira						Quinta-feira					
Sala		1A	1B	2A	2B	3A	3B	1A	1B	2A	2B	3A	3B
Número de cirurgias	Heur Versão A	4	2	5	3	4	5	3	3	4	5	2	5
	Heur Versão B	4	2	5	3	4	5	3	3	3	4	2	5
	Modelo	5	3	7	5	4	5	3	4	3	5	4	5
Duração em sala	Registo	3	3	3	2	4	6	4	3	3	3	3	3
	Heur Versão A	574	376	545	351	579	315	355	597	318	559	326	527
	Heur Versão B	574	376	559	317	579	315	343	597	350	578	326	527
Disponibilidade	Modelo	547,46	358,54	511,81	319,05	575,64	354,85	358,54	577,025	358,16	541,1	324,72	531,11
	Registo	797	715	394	496	642	653	857	693	620	620	643	576
	Registo	660	420	660	420	660	420	420	660	660	420	660	660
Tempo de limpeza	Heur Versão A	80	40	100	80	80	100	100	60	60	80	100	40
	Heur Versão B	80	40	100	60	80	100	100	60	60	80	100	40
	Modelo	100	60	140	100	80	60	60	60	60	100	80	100
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registo	60	60	60	40	80	120	60	60	60	60	80	60
	Heur Versão A	86,97%	89,52%	82,58%	83,57%	87,73%	75,00%	84,52%	90,45%	75,71%	84,70%	77,62%	79,85%
	Heur Versão B	86,97%	89,52%	82,58%	83,57%	87,73%	75,00%	84,52%	90,45%	75,71%	84,70%	77,62%	79,85%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	82,95%	85,37%	77,55%	75,96%	87,22%	84,49%	85,37%	87,43%	85,28%	81,98%	77,31%	80,47%
	Registo	120,76%	170,24%	59,70%	97,27%	118,10%	97,27%	155,48%	204,05%	105,00%	147,62%	93,94%	154,10%
	Registo	99,09%	99,05%	97,73%	102,62%	99,85%	98,81%	98,95%	99,55%	94,76%	99,85%	87,27%	104,09%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A	99,09%	99,05%	97,73%	102,62%	99,85%	98,81%	98,95%	99,55%	94,76%	99,85%	87,27%	104,09%
	Heur Versão B	99,09%	99,05%	97,73%	102,62%	99,85%	98,81%	98,95%	99,55%	94,76%	99,85%	87,27%	104,09%
	Modelo	98,10%	99,65%	98,76%	99,77%	99,34%	98,77%	99,65%	99,56%	97,14%	96,36%	95,62%	95,59%
	Registo	129,85%	184,52%	68,79%	127,62%	109,39%	184,05%	223,10%	114,09%	161,90%	106,06%	167,38%	96,36%
	Registo	129,85%	184,52%	68,79%	127,62%	109,39%	184,05%	223,10%	114,09%	161,90%	106,06%	167,38%	96,36%
	Registo	129,85%	184,52%	68,79%	127,62%	109,39%	184,05%	223,10%	114,09%	161,90%	106,06%	167,38%	96,36%
		Sexta-feira						Sexta-feira					
Sala		1A	1B	2A	2B	3A	3B	1A	1B	2A	2B	3A	3B
Número de cirurgias	Heur Versão A	4	2	5	3	4	5	3	2	4	4	3	2
	Heur Versão B	4	2	5	3	4	5	3	2	3	5	3	2
	Modelo	5	3	7	5	4	5	3	3	3	5	4	3
Duração em sala	Registo	3	3	3	2	4	6	4	3	3	2	5	2
	Heur Versão A	574	376	545	351	579	315	355	597	318	559	326	527
	Heur Versão B	574	376	559	317	579	315	343	597	350	578	326	527
Disponibilidade	Modelo	547,46	358,54	511,81	319,05	575,64	354,85	358,54	577,025	358,16	541,1	324,72	531,11
	Registo	797	715	394	496	642	653	857	693	620	620	643	576
	Registo	660	420	660	420	660	420	420	660	660	420	660	660
Tempo de limpeza	Heur Versão A	80	40	100	80	80	100	100	60	60	80	100	40
	Heur Versão B	80	40	100	60	80	100	100	60	60	80	100	40
	Modelo	100	60	140	100	80	60	60	60	60	100	80	100
Taxa de ocupação s/ limpeza	Registo	60	60	60	40	80	120	60	60	60	60	80	60
	Heur Versão A	86,97%	89,52%	82,58%	83,57%	87,73%	75,00%	84,52%	90,45%	75,71%	84,70%	77,62%	78,48%
	Heur Versão B	86,97%	89,52%	82,58%	83,57%	87,73%	75,00%	84,52%	90,45%	75,71%	84,70%	77,62%	78,48%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Modelo	82,95%	85,37%	77,55%	75,96%	87,22%	84,49%	85,37%	87,43%	85,28%	83,91%	87,22%	82,43%
	Registo	120,76%	170,24%	59,70%	97,27%	118,10%	97,27%	155,48%	204,05%	105,00%	147,62%	92,73%	106,21%
	Registo	99,09%	99,05%	97,73%	102,62%	99,85%	98,81%	98,95%	99,55%	94,76%	99,85%	87,58%	97,05%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heur Versão A	99,09%	99,05%	97,73%	102,62%	99,85%	98,81%	98,95%	99,55%	94,76%	99,85%	87,58%	97,05%
	Heur Versão B	99,09%	99,05%	97,73%	102,62%	99,85%	98,81%	98,95%	99,55%	94,76%	99,85%	87,58%	97,05%
	Modelo	98,10%	99,65%	98,76%	99,77%	99,34%	98,77%	99,65%	99,56%	97,14%	96,36%	95,62%	95,41%
	Registo	129,85%	184,52%	68,79%	127,62%	109,39%	184,05%	223,10%	114,09%	161,90%	107,88%	112,27%	77,22%
	Registo	129,85%	184,52%	68,79%	127,62%	109,39%	184,05%	223,10%	114,09%	161,90%	107,88%	112,27%	77,22%
	Registo	129,85%	184,52%	68,79%	127,62%	109,39%	184,05%	223,10%	114,09%	161,90%	107,88%	112,27%	77,22%
		Total											
		105	103	118	110	108	105	105	103	118	110	108	105

4.3.2.4. Bloco Operatório de Cirurgia Plástica

De acordo com o que foi analisado no capítulo 3, a especialidade referente a este bloco operatório é das que tem mais cirurgias em lista de espera cujo prazo limite para a sua realização já foi ultrapassado na data em que é realizado o planejamento. Isto verifica-se em qualquer uma das instâncias em estudo.

O bloco conta com duas salas, o que perfaz um total de dez blocos de tempo já que se encontram todos ativos em ambas as instâncias. Para além de realizar as cirurgias da sua especialidade, este contém um bloco de tempo afeto a Estomatologia. A instância de janeiro tem 4860 minutos disponíveis enquanto que a de abril tem apenas 4560.

Nas duas instâncias consideradas, pode observar-se a discordância relativamente à quantidade de cirurgias que são planeadas pelas heurísticas e pelo modelo sendo a diferença de 14 cirurgias em janeiro e 7 em abril. Para além disso, a taxa de ocupação obtida com as heurísticas é superior à do modelo, mas, no que diz respeito à taxa de ocupação com limpeza, a das heurísticas é inferior à do modelo já que as salas do plano do modelo estão ocupadas muito tempo com limpeza uma vez que tem mais cirurgias. Na prática, no plano cirúrgico obtido através do modelo mantém as salas ocupadas por mais tempo quando se contabiliza o tempo de limpeza mas, quando se trata apenas do tempo em que estas estão a realizar cirurgias, o plano cirúrgico que assegura mais tempo é o produzido pelas heurísticas.

Relativamente ao que foi efetuado pelo hospital pode concluir-se que, em janeiro, a taxa de ocupação com e sem limpeza foi inferior às obtidas com as heurísticas e com o modelo, mas em abril, a taxa de ocupação foi, em média, superior a qualquer uma das outras duas, não ultrapassando o estipulado, quando adicionado o tempo de limpeza. Analisando cada dia da semana pode observar-se que existe uma grande flutuação, sendo que o tempo disponível no horário é ultrapassado em vários dias. Nas tabelas 4.24. e 4.25. é apresentado um resumo dos resultados obtidos pelas heurísticas, pelo modelo e do que foi realizado no hospital.

Tabela 4.24. Resultados do bloco de Cirurgia Plástica na instância de janeiro

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Número de cirurgias	Heurísticas	2	3	3	2	2	3	4	2	2	3	26
	Modelo	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	40
	Registo	2	2	5	2	2	1	3	3	2	2	24
Duração em sala	Heurísticas	377	533	357	346	376	523	294	318	359	556	4039
	Modelo	325,64	577,85	335	308,52	312,02	577,85	296,4	308,52	346,88	577,85	3966,53
	Registo	329	376	398	402	315	545	252	520	343	389	3869
Disponibilidade		420	660	420	390	420	660	420	390	420	660	4860
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	60	60	40	40	60	80	40	40	60	520
	Modelo	80	80	80	80	80	80	100	80	60	80	800
	Registo	40	40	100	40	40	20	60	60	40	40	480
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	89,76%	80,76%	85,00%	88,72%	89,52%	79,24%	70,00%	81,54%	85,48%	84,24%	83,11%
	Modelo	77,53%	87,55%	79,76%	79,11%	74,29%	87,55%	70,57%	79,11%	82,59%	87,55%	81,62%
	Registo	78,33%	56,97%	94,76%	103,08%	75,00%	82,58%	60,00%	133,33%	81,67%	58,94%	79,61%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	99,29%	89,85%	99,29%	98,97%	99,05%	88,33%	89,05%	91,79%	95,00%	93,33%	93,81%
	Modelo	96,58%	99,67%	98,81%	99,62%	93,34%	99,67%	94,38%	99,62%	96,88%	99,67%	98,08%
	Registo	87,86%	63,03%	118,57%	113,33%	84,52%	85,61%	74,29%	148,72%	91,19%	65,00%	89,49%

Tabela 4.25. Resultados do bloco de Cirurgia Plástica na instância de abril

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Número de cirurgias	Heurísticas	2	2	2	4	3	1	5	4	2	2	27
	Modelo	4	4	4	4	4	2	2	4	4	2	34
	Registo	4	2	4	1	2	4	2	1	2	2	24
Duração em sala	Heurísticas	291	377	376	574	345	292	318	568	308	364	3813
	Modelo	308,52	322,14	308,52	577,85	338,03	306,2	366,86	577,85	308,52	376,35	3790,84
	Registo	296	251	346	498	462	417	376	475	315	459	3895
Disponibilidade		390	420	420	660	420	360	420	660	390	420	4560
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	40	40	80	60	20	100	80	40	40	540
	Modelo	80	80	80	80	80	40	40	80	80	40	680
	Registo	80	40	80	20	40	80	40	20	40	40	480
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	74,62%	89,76%	89,52%	86,97%	82,14%	81,11%	75,71%	86,06%	78,97%	86,67%	83,62%
	Modelo	79,11%	76,70%	73,46%	87,55%	80,48%	85,06%	87,35%	87,55%	79,11%	89,61%	83,13%
	Registo	75,90%	59,76%	82,38%	75,45%	110,00%	115,83%	89,52%	71,97%	80,77%	109,29%	85,42%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	84,87%	99,29%	99,05%	99,09%	96,43%	86,67%	99,52%	98,18%	89,23%	96,19%	95,46%
	Modelo	99,62%	95,75%	92,50%	99,67%	99,53%	96,17%	96,87%	99,67%	99,62%	99,13%	98,04%
	Registo	96,41%	69,29%	101,43%	78,48%	119,52%	138,06%	99,05%	75,00%	91,03%	118,81%	95,94%

4.3.1.5. Bloco Operatório de Cirurgia Cardiorádica

A especialidade Cirurgia Cardiorádica tem 173 e 178 cirurgias em lista de espera em janeiro e abril, respetivamente. Destas cirurgias, 53 e 32 já ultrapassaram o prazo limite para a sua realização. Esta especialidade é das que tem menos cirurgias em lista de espera, mas é também das que tem maior percentagem com cirurgias que já deveriam ter sido realizadas, segundo os critérios impostos pelo SNS.

O bloco operatório de Cirurgia Cardiorádica apenas realiza cirurgias da sua especialidade. No MSS de janeiro conta com 6300 minutos e tem todas as salas em funcionamento; já no de abril tem ao seu dispor 5520 minutos sendo que uma das salas se encontra encerrada na segunda-feira. Ainda assim, pelo registo do hospital verifica-se que foram realizadas duas cirurgias nessa sala, mas desconhece-se a causa do sucedido.

É apresentado um resumo dos resultados obtidos com as heurísticas e com o modelo matemático nas tabelas 4.26. e 4.27. referentes às instâncias de janeiro e abril, respetivamente. É possível notar que as taxas de ocupação obtidas com as heurísticas e com o modelo estão muito próximas sendo a do modelo um pouco superior. Repare-se que, o plano cirúrgico obtido através do modelo matemático, em janeiro, tem mais 100 minutos gastos em limpezas do que o plano gerado com as heurísticas e, portanto, a diferença entre as taxas de ocupação com limpeza é um pouco superior à das taxas sem limpeza.

No registo do hospital, nas duas semanas em estudo, dos vinte blocos de tempo existentes, metade tem uma taxa de ocupação inferior a 76% e em quatro desses é mesmo inferior a 50%, havendo até um inferior a 20%. Para contrabalançar, há ainda quatro blocos em que o tempo disponível é excedido. Conclui-se assim que existe uma grande oscilação na ocupação dos blocos operatórios que será preciso diminuir.

Tabela 4.26. Resultados do bloco de Cirurgia Cardiotorácica na instância de janeiro

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	0	3	3	3	3	2	2	3	3	2	24
	Modelo	0	4	2	4	2	2	2	4	3	2	25
	Registo	2	4	1	4	1	2	1	4	3	2	24
Duração em sala	Heurísticas	0	687	364	685	394	434	439	669	701	431	4804
	Modelo	0	689,08	428,16	689,08	428,16	428,16	428,16	689,08	672,47	428,16	4880,51
	Registo	549	643	268	667	190	368	218	877	803	237	4820
Disponibilidade		0	780	480	780	480	480	480	780	780	480	5520
Tempo de limpeza	Heurísticas	0	60	60	60	60	40	40	60	60	40	480
	Modelo	0	80	40	80	40	40	40	80	60	40	500
	Registo	40	80	20	80	20	40	20	80	60	40	480
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	x	88,08%	75,83%	87,82%	82,08%	90,42%	91,46%	85,77%	89,87%	89,79%	87,03%
	Modelo	x	54,89%	143,56%	54,89%	89,20%	89,20%	89,20%	88,34%	86,21%	89,20%	88,42%
	Registo	x	82,44%	55,83%	85,51%	39,58%	76,67%	45,42%	112,44%	102,95%	49,38%	87,32%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	x	95,77%	88,33%	95,51%	94,58%	98,75%	99,79%	93,46%	97,56%	98,13%	95,72%
	Modelo	x	65,15%	151,89%	65,15%	97,53%	97,53%	97,53%	98,60%	93,91%	97,53%	97,47%
	Registo	x	92,69%	60,00%	95,77%	43,75%	85,00%	49,58%	122,69%	110,64%	57,71%	96,01%

Tabela 4.27. Resultados do bloco de Cirurgia Cardiotorácica na instância de abril

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	0	3	2	3	2	2	2	3	3	2	22
	Modelo	0	4	2	4	2	2	2	4	3	2	25
	Registo	2	4	1	4	1	2	1	4	3	2	24
Duração em sala	Heurísticas	0	687	436	685	394	434	439	669	701	425	4870
	Modelo	0	689,08	428,16	689,08	428,16	428,16	428,16	689,08	672,47	428,16	4880,51
	Registo	549	643	268	667	190	368	218	877	803	237	4820
Disponibilidade		0	780	480	780	480	480	480	780	780	480	5520
Tempo de limpeza	Heurísticas	0	60	40	60	40	40	40	60	60	40	440
	Modelo	0	80	40	80	40	40	40	80	60	40	500
	Registo	40	80	20	80	20	40	20	80	60	40	480
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	x	88,08%	90,83%	87,82%	82,08%	90,42%	91,46%	85,77%	89,87%	88,54%	88,22%
	Modelo	x	54,89%	143,56%	54,89%	89,20%	89,20%	89,20%	88,34%	86,21%	89,20%	88,42%
	Registo	x	82,44%	55,83%	85,51%	39,58%	76,67%	45,42%	112,44%	102,95%	49,38%	87,32%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	x	95,77%	99,17%	95,51%	90,42%	98,75%	99,79%	93,46%	97,56%	96,88%	96,20%
	Modelo	x	65,15%	151,89%	65,15%	97,53%	97,53%	97,53%	98,60%	93,91%	97,53%	97,47%
	Registo	x	92,69%	60,00%	95,77%	43,75%	85,00%	49,58%	122,69%	110,64%	57,71%	96,01%

4.3.2.6. Bloco Operatório de Cirurgia Pediátrica

Como foi mencionado no capítulo 3, a especialidade Cirurgia Pediátrica é a única que não tem em lista de espera nenhuma cirurgia cujo prazo já esteja ultrapassado em qualquer uma das instâncias. Esta conta com 244 e 239 cirurgias em janeiro e abril, respetivamente. O facto de não existirem cirurgias com o prazo de realização ultrapassado na especialidade em questão é um indício do bom funcionamento deste bloco operatório. A partir da análise das tabelas 4.28. e 4.29. isso pode ser comprovado uma vez que a maioria das salas tem uma taxa de ocupação, na maioria das vezes, superior ao estipulado, chegando a atingir 259,39% na quinta-feira, 21 de abril de 2016. Pensamos que, estes valores são devidos ao facto de se tratar de crianças e, por isso, existir um cuidado redobrado por parte da equipa médica na realização destas cirurgias.

Relativamente aos planos cirúrgicos obtidos pelo modelo matemático e pelas heurísticas, pode concluir-se que, as heurísticas produziram um plano com melhor taxa de ocupação nas duas instâncias em estudo. Note-se ainda que, na instância de abril, o modelo matemático produziu uma solução com taxa de ocupação com limpeza de quase 100% o que mostra o bom funcionamento do modelo neste bloco operatório.

Tabela 4.28. Resultados do bloco de Cirurgia Pediátrica na instância de janeiro

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	4	5	4	5	3	0	5	4	5	0	35
	Modelo	4	6	4	5	6	0	5	2	5	0	37
	Registo	4	2	5	4	3	0	3	3	2	0	26
Duração em sala	Heurísticas	248	341	246	349	389	0	349	233	289	0	2444
	Modelo	235,2	329,29	235,2	328,76	329,43	0	348,85	278,55	311,38	0	2396,66
	Registo	223	417	243	271	372	0	277	205	258	0	2266
Disponibilidade		330	450	330	450	450	0	450	330	450	0	3240
Tempo de limpeza	Heurísticas	80	100	80	100	60	0	100	80	100	0	700
	Modelo	80	120	80	100	120	0	100	40	100	0	740
	Registo	80	40	100	80	60	0	60	60	40	0	520
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	75,15%	75,78%	74,55%	77,56%	86,44%	x	77,56%	70,61%	64,22%	x	75,43%
	Modelo	71,27%	73,18%	71,27%	73,06%	73,21%	x	77,52%	84,41%	69,20%	x	73,97%
	Registo	67,58%	92,67%	73,64%	60,22%	82,67%	x	61,56%	62,12%	57,33%	x	69,94%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	99,39%	98,00%	98,79%	99,78%	99,78%	x	99,78%	94,85%	86,44%	x	97,04%
	Modelo	95,52%	99,84%	95,52%	95,28%	99,87%	x	99,74%	96,53%	91,42%	x	96,81%
	Registo	91,82%	101,56%	103,94%	78,00%	96,00%	x	74,89%	80,30%	66,22%	x	85,99%

Tabela 4.29. Resultados do bloco de Cirurgia Pediátrica na instância de abril

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	3	5	5	2	4	0	4	4	4	0	31
	Modelo	4	6	6	4	6	0	5	4	5	0	40
	Registo	2	4	4	1	4	0	1	5	1	0	22
Duração em sala	Heurísticas	261	349	347	274	362	0	369	249	322	0	2533
	Modelo	249,43	328,98	329,43	241,02	328,7	0	348,15	249,52	348,06	0	2423,29
	Registo	316	542	733	207	1027	0	413	756	378	0	4372
Disponibilidade		330	450	450	330	450	0	450	330	450	0	3240
Tempo de limpeza	Heurísticas	60	100	100	40	80	0	80	80	80	0	620
	Modelo	80	120	120	80	120	0	100	80	100	0	800
	Registo	40	80	80	20	80	0	20	100	20	0	440
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	79,09%	77,56%	77,11%	83,03%	80,44%	x	82,00%	75,45%	71,56%	x	78,18%
	Modelo	75,58%	73,11%	73,21%	73,04%	73,04%	x	77,37%	75,61%	77,35%	x	74,79%
	Registo	95,76%	120,44%	162,89%	62,73%	228,22%	x	91,78%	229,09%	84,00%	x	134,94%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	97,27%	99,78%	99,33%	95,15%	98,22%	x	99,78%	99,70%	89,33%	x	97,31%
	Modelo	99,83%	99,77%	99,87%	97,28%	99,71%	x	99,59%	99,85%	99,57%	x	99,48%
	Registo	107,88%	138,22%	180,67%	68,79%	246,00%	x	96,22%	259,39%	88,44%	x	148,52%

4.3.2.7. Bloco Operatório de Ginecologia

As cirurgias da especialidade Ginecologia apenas são realizadas neste bloco e, este bloco apenas realiza cirurgias desta especialidade. Tanto em janeiro como em abril, no bloco operatório de Ginecologia, encontravam-se em atividade oito blocos de tempo com 330 minutos cada, referentes a duas salas. A sala 1 funciona nos cinco dias úteis da semana e a sala 2 está fechada na terça e quarta-feira. Estão assim disponíveis 2640 minutos em cada uma das semanas em planeamento.

Nas tabelas 4.30. e 4.31. são apresentadas as taxas de ocupação obtidas através da execução das heurísticas e do modelo matemático. Pela observação das mesmas pode averiguar-se que, ao contrário do que se verificou nos resultados dos restantes blocos operatórios analisados até agora, o plano cirúrgico obtido pelas heurísticas contém mais cirurgias do que o obtido pelo modelo matemático. Para além disso, produz também uma taxa de ocupação mais elevada.

No que diz respeito ao que foi realizado no hospital nas semanas analisadas, as conclusões são diferentes. Em janeiro, as taxas de ocupação dos blocos de tempo foram próximas das sugeridas tanto pelas heurísticas como pelo modelo matemático. O mesmo não se pode afirmar relativamente à instância de abril, já que em alguns dias, a taxa de ocupação com limpeza ultrapassa os 100% e noutros nem chega aos 50% sendo que na sexta-feira não foi realizada nenhuma cirurgia no bloco.

Tabela 4.30. Resultados do bloco de Cirurgia Ginecologia na instância de janeiro

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	2	2	3	0	3	0	3	2	2	2	19
	Modelo	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	16
	Registro	2	2	2	0	2	0	2	3	3	2	18
Duração em sala	Heurísticas	289	263	269	0	269	0	255	283	278	283	2189
	Modelo	265,92	259,62	265,92	0	272,22	0	265,92	265,92	272,22	272,22	2139,96
	Registro	288	270	266	0	276	0	290	202	341	241	2174
Disponibilidade		330	330	330	0	330	0	330	330	330	330	2640
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	40	60	0	60	0	60	40	40	40	380
	Modelo	40	40	40	0	40	0	40	40	40	40	320
	Registro	40	40	40	0	40	0	40	60	60	40	360
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	87,58%	79,70%	81,52%	x	81,52%	x	77,27%	85,76%	84,24%	85,76%	82,92%
	Modelo	80,58%	78,67%	80,58%	x	82,49%	x	80,58%	80,58%	82,49%	82,49%	81,06%
	Registro	87,27%	81,82%	80,61%	x	83,64%	x	87,88%	61,21%	103,33%	73,03%	82,35%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	99,70%	91,82%	99,70%	x	99,70%	x	95,45%	97,88%	96,36%	97,88%	97,31%
	Modelo	92,70%	90,79%	92,70%	x	94,61%	x	92,70%	92,70%	94,61%	94,61%	93,18%
	Registro	99,39%	93,94%	92,73%	x	95,76%	x	100,00%	79,39%	121,52%	85,15%	95,98%

Tabela 4.31. Resultados do bloco de Cirurgia Ginecologia na instância de abril

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	2	2	2	0	2	0	2	3	2	2	17
	Modelo	2	2	3	0	3	0	2	2	2	2	18
	Registro	2	2	2	1	2	0	3	1	2	0	15
Duração em sala	Heurísticas	263	264	245	0	278	0	269	264	283	283	2149
	Modelo	259,62	234,42	264,63	0	264,63	0	265,92	265,92	272,22	272,22	2099,58
	Registro	333	120	366	50	322	0	298	35	318	0	1842
Disponibilidade		330	330	330	0	330	0	330	330	330	330	2640
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	40	40	0	40	0	40	60	40	40	340
	Modelo	40	40	60	0	60	0	40	40	40	40	360
	Registro	40	40	40	20	40	0	60	20	40	0	300
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	79,70%	80,00%	74,24%	x	84,24%	x	81,52%	80,00%	85,76%	85,76%	81,40%
	Modelo	78,67%	71,04%	80,19%	x	80,19%	x	80,58%	80,58%	82,49%	82,49%	79,53%
	Registro	100,91%	36,36%	110,91%	x	97,58%	x	90,30%	10,61%	96,36%	0,00%	69,77%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	91,82%	92,12%	86,36%	x	96,36%	x	93,64%	98,18%	97,88%	97,88%	94,28%
	Modelo	90,79%	83,16%	98,37%	x	98,37%	x	92,70%	92,70%	94,61%	94,61%	93,17%
	Registro	113,03%	48,48%	123,03%	x	109,70%	x	108,48%	16,67%	108,48%	0,00%	81,14%

4.3.2.8. Bloco Operatório de Neurocirurgia

No terceiro capítulo, constatou-se que a especialidade Neurocirurgia é das que tem maior déficit no que diz respeito à quantidade de pacientes em lista de espera e à percentagem de pacientes cujo tempo de resposta para a realização da cirurgia foi ultrapassado. Deste modo, é dos blocos que sofre mais carência e assim, é também um dos que precisa de um planejamento que surta efeitos o mais brevemente possível.

Como se pode confirmar através das tabelas 4.32. e 4.33., as taxas de ocupação obtidas através das heurísticas são inferiores às obtidas através do modelo matemático tanto na instância de janeiro como na de abril. Para além disso, as diferenças entre as taxas de ocupação com limpeza das heurísticas e do modelo são mais elevadas do que as taxas de ocupação sem limpeza já que o plano cirúrgico obtido pelo modelo matemático tem mais cirurgias do que o plano obtido através das heurísticas tendo por isso mais tempo de limpeza.

Relativamente à instância de janeiro, a taxa de ocupação segundo o registo do hospital foi, em média, bastante inferior às que são propostas pelas heurísticas e pelo modelo. Assim, conclui-se que a utilização das heurísticas poderá ajudar a melhorar os valores apresentados nas listas de espera desta especialidade.

Relativamente à instância de abril, pela tabela 4.33., verifica-se que, o hospital na semana indicada, teve uma taxa de ocupação bastante boa, não tendo ultrapassado o tempo máximo estipulado nem muito, nem muitas vezes. Ainda assim, verifica-se que foram realizadas muito menos cirurgias do que as propostas tanto pelas heurísticas como pelo modelo matemático.

Tabela 4.32. Resultados do bloco de Neurocirurgia na instância de janeiro

Sala		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Número de cirurgias	Heurísticas	2	3	2	4	4	2	2	3	3	2	27
	Modelo	3	4	3	4	4	3	3	4	4	2	34
	Registo	1	2	3	1	2	2	4	4	2	3	24
Duração em sala	Heurísticas	386	579	413	638	638	386	386	579	579	386	4970
	Modelo	395,22	625,56	395,22	625,56	625,56	418,43	418,43	625,56	625,56	381,71	5136,81
	Registo	298	526	448	474	571	368	511	579	272	360	4407
Disponibilidade		480	720	480	720	720	480	480	720	720	480	6000
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	60	40	80	80	40	40	60	60	40	540
	Modelo	60	80	60	80	80	60	60	80	80	40	680
	Registo	20	40	60	20	40	40	80	80	40	60	480
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	80,42%	80,42%	86,04%	x	88,61%	x	80,42%	80,42%	80,42%	80,42%	82,83%
	Modelo	82,34%	86,88%	82,34%	x	86,88%	x	87,17%	86,88%	86,88%	79,52%	85,61%
	Registo	62,08%	73,06%	93,33%	x	79,31%	x	106,46%	80,42%	37,78%	75,00%	73,45%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	88,75%	88,75%	94,38%	x	99,72%	x	88,75%	88,75%	88,75%	88,75%	91,83%
	Modelo	94,84%	97,99%	94,84%	x	97,99%	x	99,67%	97,99%	97,99%	87,86%	96,95%
	Registo	66,25%	78,61%	105,83%	x	84,86%	x	123,13%	91,53%	43,33%	87,50%	81,45%

Tabela 4.33. Resultados do bloco de Neurocirurgia na instância de abril

Sala		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Número de cirurgias	Heurísticas	4	2	2	3	4	2	3	2	2	2	26
	Modelo	5	3	3	4	4	3	4	3	2	2	33
	Registo	1	1	1	3	3	2	2	1	2	2	18
Duração em sala	Heurísticas	638	386	413	579	638	386	579	386	386	414	4805
	Modelo	613,99	418,43	395,22	625,56	625,56	395,22	625,56	395,22	381,71	381,71	4858,18
	Registo	603	353	445	598	768	579	700	383	364	443	5236
Disponibilidade		720	480	480	720	720	480	720	480	480	480	5760
Tempo de limpeza	Heurísticas	80	40	40	60	80	40	60	40	40	40	520
	Modelo	100	60	60	80	80	60	80	60	40	40	660
	Registo	20	20	20	60	60	40	40	20	40	40	360
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	88,61%	80,42%	86,04%	x	88,61%	x	80,42%	80,42%	80,42%	86,25%	83,42%
	Modelo	85,28%	87,17%	82,34%	x	86,88%	x	86,88%	82,34%	79,52%	79,52%	84,34%
	Registo	83,75%	73,54%	92,71%	x	106,67%	x	97,22%	79,79%	75,83%	92,29%	90,90%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	99,72%	88,75%	94,38%	x	99,72%	x	88,75%	88,75%	88,75%	94,58%	92,45%
	Modelo	99,17%	99,67%	94,84%	x	97,99%	x	97,99%	94,84%	87,86%	87,86%	95,80%
	Registo	86,53%	77,71%	96,88%	x	115,00%	x	102,78%	83,96%	84,17%	100,63%	97,15%

4.3.2.9. Bloco Operatório de Oftalmologia

Pela análise das listas de espera fornecidas, podemos concluir que a especialidade Oftalmologia é a especialidade que tem mais pacientes em lista de espera nas duas instâncias consideradas. Ao passo que, no que diz respeito à percentagem de cirurgias que já deviam ter sido realizadas, é das especialidades com menor valor, inferior a 5% nas duas instâncias em estudo.

Devido à elevada discrepância entre a quantidade de cirurgias planeadas pelas heurísticas e pelo modelo matemático, verifica-se uma diferença significativa nas taxas de ocupação dos dois planos, aproximadamente 10 %. De facto, como o modelo matemático tem mais cirurgias em cada uma das instâncias, gasta mais tempo em limpeza do que o plano sugerido pelas heurísticas. Dessa forma, quando se observam as taxas de ocupação com limpeza, verifica-se que estas estão muito mais próximas, sendo o tempo total ocupado semelhante, mas no plano obtido pelas heurísticas esse tempo é melhor utilizado na perspetiva da otimização da utilização dos recursos do hospital. Note-se ainda que, nesta especialidade, são agendadas muito mais cirurgias do que nas outras pois, em média, estão são bastante mais curtas. Por isso, é natural que se gaste mais tempo em limpezas, comparativamente a outros blocos operatórios.

Relativamente ao que foi efetuado pelo Centro Hospitalar nas duas semanas, observa-se que, em média, a taxa de ocupação é relativamente próxima das obtidas pelas heurísticas. Ainda assim, quando estas são analisadas individualmente, verificam-se bastantes flutuações. Nas tabelas 4.34. e 4.35. é apresentado um resumo dos resultados obtidos pelas heurísticas e pelo modelo matemático, e ainda o que foi realizado no hospital em estudo.

Tabela 4.35. Resultados do bloco de Oftalmologia na instância de janeiro

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	6	5	8	5	7	5	6	5	6	5	58
	Modelo	7	7	9	7	9	7	7	7	7	7	74
	Registo	5	11	14	5	5	4	6	3	3	4	60
Duração em sala	Heurísticas	269	268	310	288	338	288	269	288	261	288	2867
	Modelo	230,09	230,09	295,83	230,09	295,83	230,09	230,09	230,09	230,09	230,09	2432,38
	Registo	164	396	368	297	420	232	297	285	169	286	2914
Disponibilidade		390	390	480	390	480	390	390	390	390	390	4080
Tempo de limpeza	Heurísticas	120	100	160	100	140	100	120	100	120	100	1160
	Modelo	140	140	180	140	180	140	140	140	140	140	1480
	Registo	100	220	280	100	100	80	120	60	60	80	1200
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	68,97%	68,72%	64,58%	x	70,42%	x	68,97%	73,85%	66,92%	73,85%	70,27%
	Modelo	59,00%	59,00%	61,63%	x	61,63%	x	59,00%	59,00%	59,00%	59,00%	59,62%
	Registo	42,05%	101,54%	76,67%	x	87,50%	x	76,15%	73,08%	43,33%	73,33%	71,42%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	99,74%	94,36%	97,92%	x	99,58%	x	99,74%	99,49%	97,69%	99,49%	98,70%
	Modelo	94,89%	94,89%	99,13%	x	99,13%	x	94,89%	94,89%	94,89%	94,89%	95,89%
	Registo	67,69%	157,95%	135,00%	x	108,33%	x	106,92%	88,46%	58,72%	93,85%	100,83%

Tabela 4.34. Resultados do bloco de Oftalmologia na instância de abril

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Número de cirurgias	Heurísticas	7	6	8	5	8	6	9	6	5	6	66
	Modelo	9	7	9	7	9	9	9	7	7	4	77
	Registo	5	10	4	5	9	7	17	5	10	16	88
Duração em sala	Heurísticas	339	269	310	288	318	334	298	269	288	268	2981
	Modelo	295,83	230,09	295,83	230,09	295,83	295,83	295,83	230,09	230,09	291,58	2691,09
	Registo	327	392	390	263	514	311	331	242	153	85	3008
Disponibilidade		480	390	480	390	480	480	480	390	390	390	4350
Tempo de limpeza	Heurísticas	140	120	160	100	160	120	180	120	100	120	1320
	Modelo	180	140	180	140	180	180	180	140	140	80	1540
	Registo	100	200	80	100	180	140	340	100	200	320	1760
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	70,63%	68,97%	64,58%	x	66,25%	x	62,08%	68,97%	73,85%	68,72%	68,53%
	Modelo	61,63%	59,00%	61,63%	x	61,63%	x	61,63%	59,00%	59,00%	74,76%	61,86%
	Registo	68,13%	100,51%	81,25%	x	107,08%	x	68,96%	62,05%	39,23%	21,79%	69,15%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	99,79%	99,74%	97,92%	x	99,58%	x	99,58%	99,74%	99,49%	99,49%	98,87%
	Modelo	99,13%	94,89%	99,13%	x	99,13%	x	99,13%	94,89%	94,89%	95,28%	97,27%
	Registo	88,96%	151,79%	97,92%	x	144,58%	x	139,79%	87,69%	90,51%	103,85%	109,61%

4.3.2.10. Bloco Operatório de Otorrinolaringologia

A especialidade associada a este bloco operatório, Otorrinolaringologia, tem uma percentagem reduzida de cirurgias cujo prazo foi ultrapassado, segundo a análise efetuada no capítulo 3. Sabe-se ainda que, este bloco conta com duas salas em funcionamento nos cinco dias úteis da semana, perfazendo um total de 3600 minutos em cada uma das instâncias em estudo. Recorde-se que, à sexta-feira, apenas são realizadas cirurgias a crianças com idade até 8 anos neste bloco operatório.

Pela observação das tabelas 4.36. e 4.37. pode confirmar-se que, as taxas de ocupação obtidas com a execução das heurísticas e do modelo matemático são muito próximas, com diferenças de aproximadamente 1% em qualquer uma das instâncias consideradas. Para além disso, produziram resultados muito satisfatórios já que ambas são superiores a 80%. Mais uma vez, as heurísticas agendam menos cirurgias e obtêm taxas de ocupação melhores.

No registo do que foi realizado no hospital, observam-se elevadas taxas de ocupação que, conduzem à sobre utilização dos blocos de tempo. Repare-se que, neste bloco foram efetivamente realizadas mais cirurgias do que as sugeridas pelo modelo matemático.

Tabela 4.36. Resultados do bloco de Otorrinolaringologia na instância de janeiro

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Número de cirurgias	Heurísticas	2	3	3	2	2	3	2	3	2	2	24
	Modelo	3	3	3	2	2	2	2	2	4	4	27
	Registro	3	3	3	3	4	3	5	2	3	2	31
Duração em sala	Heurísticas	313	266	298	312	317	280	262	288	273	306	2915
	Modelo	283,23	285,93	283,23	307,49	307,49	307,49	307,49	307,49	254,75	257,45	2902,04
	Registro	308	294	210	252	447	394	527	334	298	184	3248
Disponibilidade		360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	3600
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	60	60	40	40	60	40	60	40	40	480
	Modelo	60	60	60	40	40	40	40	40	80	80	540
	Registro	60	60	60	60	80	60	100	40	60	40	620
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	86,94%	73,89%	82,78%	x	88,06%	x	72,78%	80,00%	75,83%	85,00%	80,97%
	Modelo	78,68%	79,43%	78,68%	x	85,41%	x	85,41%	85,41%	70,76%	71,51%	80,61%
	Registro	85,56%	81,67%	58,33%	x	124,17%	x	146,39%	92,78%	82,78%	51,11%	90,22%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	98,06%	90,56%	99,44%	x	99,17%	x	83,89%	96,67%	86,94%	96,11%	94,31%
	Modelo	95,34%	96,09%	95,34%	x	96,53%	x	96,53%	96,53%	92,99%	93,74%	95,61%
	Registro	102,22%	98,33%	75,00%	x	146,39%	x	174,17%	103,89%	99,44%	62,22%	107,44%

Tabela 4.37. Resultados do bloco de Otorrinolaringologia na instância de abril

		Segunda-feira		Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Total
Sala		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Número de cirurgias	Heurísticas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
	Modelo	2	2	3	2	2	2	3	3	4	3	26
	Registro	1	2	5	2	4	1	5	1	5	4	30
Duração em sala	Heurísticas	314	286	313	255	311	314	315	293	273	319	2993
	Modelo	307,49	307,49	295,56	307,49	307,49	307,49	298,77	298,77	254,75	281,35	2966,65
	Registro	497	308	454	346	561	385	368	159	227	164	3469
Disponibilidade		360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	3600
Tempo de limpeza	Heurísticas	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	400
	Modelo	40	40	60	40	40	40	60	60	80	60	520
	Registro	20	40	100	40	80	20	100	20	100	80	600
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	87,22%	79,44%	86,94%	x	86,39%	x	87,50%	81,39%	75,83%	88,61%	83,14%
	Modelo	85,41%	85,41%	82,10%	x	85,41%	x	82,99%	82,99%	70,76%	78,15%	82,41%
	Registro	138,06%	85,56%	126,11%	x	155,83%	x	102,22%	44,17%	63,06%	45,56%	96,36%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	98,33%	90,56%	98,06%	x	97,50%	x	98,61%	92,50%	86,94%	99,72%	94,25%
	Modelo	96,53%	96,53%	98,77%	x	96,53%	x	99,66%	99,66%	92,99%	94,82%	96,85%
	Registro	143,61%	96,67%	153,89%	x	178,06%	x	130,00%	49,72%	90,83%	67,78%	113,03%

4.3.2.11. Bloco Operatório de Estomatologia

O bloco operatório de Estomatologia é dos mais pequenos do Centro Hospitalar, juntamente com o de Urologia, pois conta apenas com uma sala com 300 minutos disponíveis por bloco de tempo e, portanto, 1500 minutos em cada semana considerada neste estudo. Para além disso, é ainda um dos blocos que produziu pior taxa de ocupação segundo o plano obtido através da execução do programa.

Pelas tabelas 4.38. e 4.39. pode confirmar-se que, as suas taxas de ocupação foram de 66,33% e 59,11% nas instâncias de janeiro e abril, respetivamente. Isto acontece porque são planeadas muitas cirurgias para o tempo disponível existente, sendo que, em média, o bloco está ocupado com limpeza em 22,67% na primeira instância e 20% na segunda.

Relativamente ao que foi realizado no Centro Hospitalar pode verificar-se que, nas duas instâncias consideradas, a taxa de ocupação foi superior às taxas obtidas com as heurísticas e com o modelo e, no que diz respeito às taxas de ocupação com limpeza verifica-se que são superiores a 100% em três dos cinco dias da semana. Para além disso, constata-se que, o número de cirurgias realizadas em cada uma, das duas semanas em estudo, é próximo do que é sugerido no plano cirúrgico semanal obtido pelas heurísticas.

Tabela 4.38. Resultados do bloco de Estomatologia na instância de janeiro

		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Total
Número de cirurgias	Heurísticas	3	3	4	4	3	17
	Modelo	3	3	3	3	3	15
	Registo	4	3	4	4	3	18
Duração em sala	Heurísticas	178	204	217	219	177	995
	Modelo	206,38	206,38	215,56	206,38	234,92	1069,62
	Registo	266	220	267	241	170	1164
Disponibilidade		300	300	300	300	300	1500
Tempo de limpeza	Heurísticas	60	60	80	80	60	340
	Modelo	60	60	60	60	60	300
	Registo	80	60	80	80	60	360
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	59,33%	68,00%	72,33%	73,00%	59,00%	66,33%
	Modelo	68,79%	68,79%	71,85%	68,79%	78,31%	71,31%
	Registo	88,67%	73,33%	89,00%	80,33%	56,67%	77,60%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	79,33%	88,00%	99,00%	99,67%	79,00%	89,00%
	Modelo	88,79%	88,79%	91,85%	88,79%	98,31%	91,31%
	Registo	115,33%	93,33%	115,67%	107,00%	76,67%	101,60%

Tabela 4.39. Resultados do bloco de Estomatologia na instância de abril

		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Total
Número de cirurgias	Heurísticas	4	3	4	3	4	18
	Modelo	3	3	3	3	3	15
	Registo	3	3	2	4	5	17
Duração em sala	Heurísticas	219	204	219	203	219	1064
	Modelo	177,84	215,56	177,84	234,92	206,38	1012,54
	Registo	318	326	161	345	205	1355
Disponibilidade		360	360	360	360	360	1800
Tempo de limpeza	Heurísticas	80	60	80	60	80	360
	Modelo	60	60	60	60	60	300
	Registo	60	60	40	80	100	340
Taxa de ocupação s/ limpeza	Heurísticas	60,83%	56,67%	60,83%	56,39%	60,83%	59,11%
	Modelo	49,40%	59,88%	49,40%	65,26%	57,33%	56,25%
	Registo	88,33%	90,56%	44,72%	95,83%	56,94%	75,28%
Taxa de ocupação c/ limpeza	Heurísticas	83,06%	73,33%	83,06%	73,06%	83,06%	79,11%
	Modelo	66,07%	76,54%	66,07%	81,92%	73,99%	72,92%
	Registo	105,00%	107,22%	55,83%	118,06%	84,72%	94,17%

4.3.3. Conclusões e outros resultados

Nas secções anteriores, foram analisadas as taxas de ocupação por especialidade, verificando-se aí a evolução das mesmas na execução das duas heurísticas produzidas e ainda, dentro da heurística melhorativa, nos diferentes tipos de movimentos. Aí, pôde concluir-se que a heurística construtiva só por si já conduz a bons resultados no que diz respeito à ocupação das salas. Mas, quando conjugada com a heurística melhorativa consegue potenciar ainda mais os seus resultados. Para além disso, foram ainda comparadas as duas versões criadas para a Cirurgia Geral onde se concluiu que a versão que não permite trocas entre cirurgias planeadas para hospitais diferentes produz uma melhor taxa de ocupação. Note-se que isso acontece neste exemplo específico, mas noutras instâncias isso poderá não acontecer. Será assim interessante avaliar a sua performance noutras instâncias, em trabalho futuro, até com o intuito de perceber qual das versões poderá produzir melhores resultados e sob que condições.

Em seguida, foram analisados os resultados por bloco operatório e comparados com os obtidos pelo modelo matemático e pelo que foi realizado no Centro Hospitalar nas duas semanas em estudo. De um modo geral, as taxas de ocupação obtidas pelas heurísticas estão próximas das obtidas pelo modelo

matemático, umas vezes mais altas outras mais baixas. Em quase todos os blocos operatórios, o plano sugerido pelo modelo matemático contém mais cirurgias do que o plano obtido através das heurísticas. No que diz respeito ao que foi realizado no Centro Hospitalar, concluiu-se que existe uma elevada flutuação nas taxas de ocupação ao longo da semana já que há taxas que tanto rondam os 20% como os 200%.

Após uma análise profunda em torno das taxas de ocupação, que é o principal foco deste trabalho, é agora feita uma breve análise à performance das heurísticas produzidas, no que diz respeito à redução das listas de espera, ao número médio de dias em espera, e ainda à quantidade de cirurgias com prazo ultrapassado agendadas.

No que diz respeito ao número dias em espera, verificou-se que, antes da execução das heurísticas, na lista de espera de janeiro era de 131 dias e na de abril 136. Ora, após a execução das heurísticas estes passaram a 114 e 121, o que é bastante satisfatório. Como já foi indicado anteriormente, as duas listas de espera contam com perto de sete mil pacientes, cada uma. Agora, após a execução das heurísticas, verifica-se uma redução de, aproximadamente 5,8% na lista de espera de janeiro e de 5,4% na lista de espera de abril.

Por outro lado, sabe-se que dos 773 pacientes que, em janeiro, já tinham ultrapassado o prazo de realização da respetiva cirurgia foram planeados 197, enquanto que em abril, 994 dos pacientes que já ultrapassaram o prazo para a realização da cirurgia, 213 estão no plano cirúrgico semanal. Note-se que o plano cirúrgico semanal de janeiro conta com 395 pacientes e o de abril com 400, pelo que em 49,9% e 53,3% das cirurgias agendadas, já deviam ter sido realizadas. Relativamente ao plano cirúrgico obtido através do modelo matemático tem-se que as percentagens de cirurgias com o prazo de realização ultrapassado agendadas são 56,8% e 54,99% enquanto que, no registo do hospital as percentagens são 5,36% e 7,37%. Conclui-se assim que, apesar da quantidade de cirurgias planeadas pelo hospital não ser muito diferente das sugeridas pelas heurísticas e pelo modelo matemático, essas são na sua minoria cirurgias cujo prazo de realização já estava ultrapassado, conduzindo a assim um aumento, com o passar do tempo, do número de cirurgias em lista de espera cuja data limite de realização foi ultrapassada.

Capítulo 5

Interface

Com o intuito de facilitar a execução das heurísticas construídas, foi desenvolvida uma interface que, após a leitura dos ficheiros de dados fornece o plano cirúrgico semanal para uma especialidade (ou todas as especialidades) e semana pretendida. Os ficheiros requeridos para a sua execução são: a lista de espera (LIC), a lista de cirurgias disponíveis para a semana de planeamento e ainda o respetivo *MSS*. Para além da execução das heurísticas, é ainda possível fazer algumas alterações aos dados: estimativas de duração, tempo de limpeza, assim como adicionar novas cirurgias ou alterar as suas disponibilidades. Deste modo, no presente capítulo são demonstradas todas as funcionalidades da interface enquanto é executado um exemplo com uma das instâncias consideradas.

Quando a interface é aberta, surge uma janela como a ilustrada na figura 6.1. Aí, tem-se informação que ainda não foram inseridos os ficheiros requeridos para a execução das heurísticas pelo que, a primeira tarefa será proceder à inserção dos mesmos. Para importar os ficheiros, deve-se pressionar o botão “Ficheiro” contido no menu superior e, em seguida, selecionar qual o ficheiro que se pretende inserir, tal como é apresentado na figura 6.2. Os ficheiros de texto devem obedecer a uma determinada estrutura que foi previamente acordada com o Centro Hospitalar. Deste modo, a LIC deve ter uma linha por paciente, sendo a informação por colunas: número em LIC, data de inserção em LIC, código do paciente, data de nascimento, prioridade, tipo (convencional ou ambulatório), especialidade, código do procedimento, estado de inscrição e cirurgião. Na figura 6.3. é apresentado um excerto da lista de espera utilizada na execução da interface onde se pode verificar que cada paciente em lista de espera está representado numa linha e cada uma das informações requeridas, em coluna. Relativamente à lista dos cirurgias, esta deve indicar um cirurgião em cada linha e, em cada coluna a sua disponibilidade para cada dia da semana e ainda no total da semana, como é apresentado na figura 6.4. Por fim, o *MSS* deve estar construído de acordo com a estrutura apresentada tanto nas tabelas 3.7. e 3.8., como se apresenta no exemplo da figura 6.5.

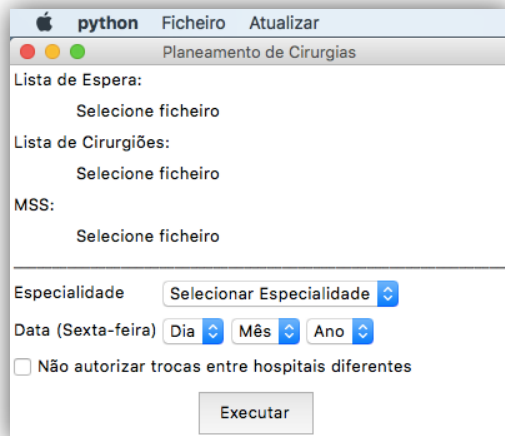


Figura 6.2. Janela principal da interface

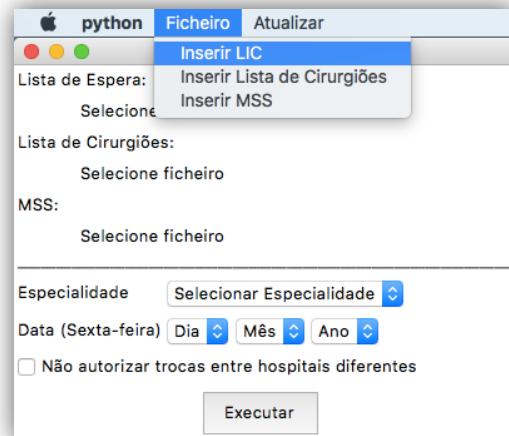


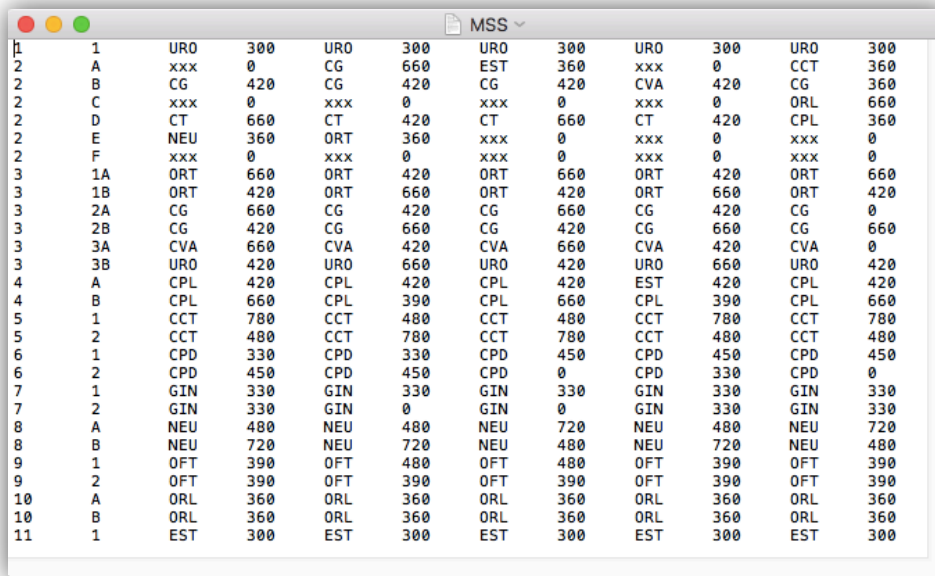
Figura 6.1. Janela principal da interface com informação do ficheiro

1950929	08-11-1983	12244546	23-09-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6829	Inscrito	31645
2313401	11-01-1983	12276527	26-10-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	7814	Inscrito	40192
2320683	27-01-1982	12321867	28-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6524	Inscrito	40192
1030184	11-06-1981	12318845	23-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	5421	Inscrito	36608
2317654	01-05-1981	12340785	18-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	7832	Inscrito	40192
336951	21-04-1981	12345865	06-01-2016	Normal	Ambulatório	GINECOLOGIA	6739	Inscrito	27335
706290	16-07-1980	12340671	21-01-2016	Normal	Ambulatório	GINECOLOGIA	8521	Inscrito	15958
2319723	15-04-1980	12340787	18-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	7832	Inscrito	40192
2157664	31-03-1980	12272607	19-10-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6514	Inscrito	40192
2301583	18-02-1980	12314026	18-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	5421	Inscrito	51576
108019	15-02-1980	12311227	11-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6622	Inscrito	23492
1800808	17-12-1979	12344325	26-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	5421	Inscrito	31645
346527	30-11-1979	12314027	18-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6812	Inscrito	34136
1254665	30-11-1979	12127399	03-06-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6859	VC/NT emitido	32346
2160753	16-11-1979	12338090	15-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6829	Inscrito	36608
1344030	10-09-1979	12337015	11-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6829	Inscrito	40192
944388	23-08-1979	12272605	19-10-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6819	Inscrito	40192
2247936	29-07-1979	12300246	25-11-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6523	Inscrito	30325
1740320	31-10-1978	12317725	21-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6812	Inscrito	34136
1223835	20-10-1978	12325565	07-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	5421	Inscrito	31645
1220142	17-08-1978	12301146	23-11-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6841	Inscrito	17201
2083002	16-06-1978	12321871	29-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	5421	Inscrito	34136
1387060	12-06-1978	12332445	13-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6651	Inscrito	54567
1903718	26-05-1978	12340825	18-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	7832	Inscrito	40192
356686	03-03-1978	12276450	26-10-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6514	Inscrito	40192
551721	07-01-1978	12309188	07-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6829	Inscrito	17201
2329323	11-08-1977	12317565	21-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	7814	Inscrito	40192
2084822	03-05-1977	12317666	21-12-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6849	Inscrito	56343
867576	02-05-1977	12196745	10-08-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6841	Inscrito	40192
1531062	17-04-1977	12344305	21-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6812	Inscrito	28750
2312062	11-02-1977	12324985	04-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6823	Inscrito	43026
2320484	23-01-1977	12303669	30-11-2015	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	6829	Inscrito	17201
2261286	30-10-1976	12340670	21-01-2016	Normal	Convencional	GINECOLOGIA	8522	Inscrito	32886

Figura 6.3. Exemplo de ficheiro da lista de espera

12338	360	360	360	360	360	1512
124	360	360	360	360	360	1512
129	360	360	360	360	360	1512
14035	360	360	360	360	360	1512
14692	360	360	360	360	360	1512
14962	360	360	360	360	360	1512
14987	360	360	360	360	360	1512
14988	360	360	360	360	360	1512
15007	360	360	360	360	360	1512
15029	360	360	360	360	360	1512
15142	360	360	360	360	360	1512
153/85	360	360	360	360	360	1512
15850	360	360	360	360	360	1512
15911	360	360	360	360	360	1512
15958	360	360	360	360	360	1512
16181	360	360	360	360	360	1512

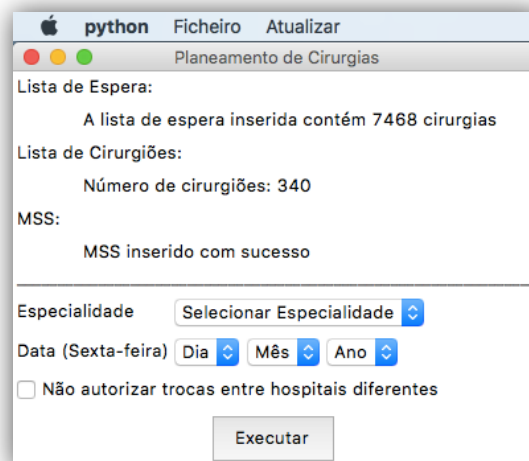
Figura 6.4. Excerto de ficheiro da lista dos cirurgias utilizado



ID	Hospital	Especialidade	Duração
1	URO	URO	300
2	A	xxx	0
2	B	CG	420
2	C	xxx	0
2	D	CT	660
2	E	NEU	360
2	F	xxx	0
3	1A	ORT	660
3	1B	ORT	420
3	2A	CG	660
3	2B	CG	420
3	3A	CVA	660
3	3B	URO	420
4	A	CPL	420
4	B	CPL	660
5	1	CCT	780
5	2	CCT	480
6	1	CPD	330
6	2	CPD	450
7	1	GIN	330
7	2	GIN	330
8	A	NEU	480
8	B	NEU	720
9	1	OFT	390
9	2	OFT	390
10	A	ORL	360
10	B	ORL	360
11	1	EST	300

Figura 6.5. Ficheiro do MSS utilizado no exemplo de execução da interface

Após ser introduzido cada um dos três ficheiros requeridos, são apresentadas as mensagens de texto, como é mostrado na figura 6.6., onde se indica o número de cirurgias em lista de espera e de cirurgias na LIC e lista de cirurgias importadas dando assim informação de que os ficheiros foram importados com sucesso.



python Ficheiro Atualizar

Planeamento de Cirurgias

Lista de Espera:
A lista de espera inserida contém 7468 cirurgias

Lista de Cirurgias:
Número de cirurgias: 340

MSS:
MSS inserido com sucesso

Especialidade

Data (Sexta-feira)

☐ Não autorizar trocas entre hospitais diferentes

Figura 6.6. Janela principal da interface com as mensagens de texto

Antes de se proceder à execução das heurísticas é possível consultar e alterar alguns parâmetros relacionados com os tempos de limpeza, com as estimativas para a duração das cirurgias e ainda com as disponibilidades dos cirurgiões.

Recorde-se que, na execução das instâncias fornecidas, no capítulo 5, foram considerados 20 minutos como tempo de limpeza para todas as especialidades. No entanto, este parâmetro é passível de ser alterado e, portanto, se essa for a vontade do utilizador, basta pressionar em “Atualizar” e, em seguida, escolher “Tempo de limpeza” e proceder à respetiva alteração do valor atribuído ao tempo de limpeza como é apresentado na figura 6.7.

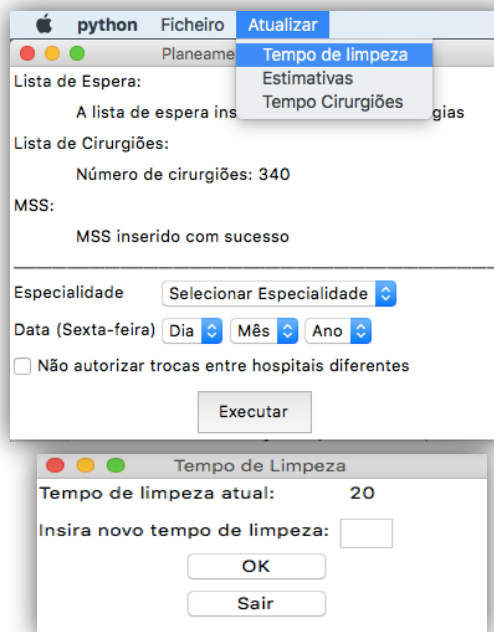
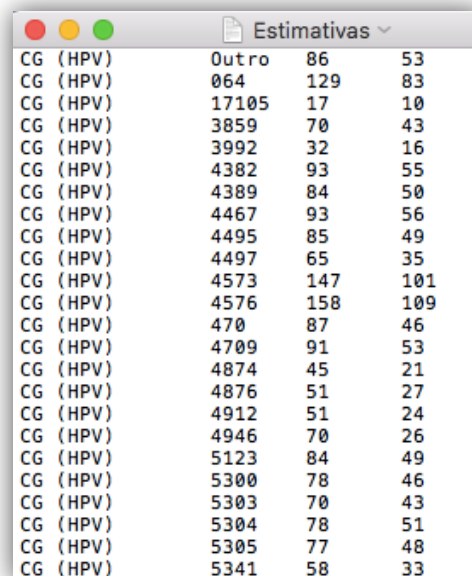


Figura 6.7. Exemplo de alteração dos tempos de limpeza

No que diz respeito às estimativas utilizadas para a duração de uma cirurgia e permanência de um paciente em sala, como já foi referido, foram obtidas através da média aritmética dos registos fornecidos pelo hospital. Estes valores foram introduzidos num ficheiro de texto com o nome “Estimativas”, que é lido automaticamente pela interface e deve estar na mesma pasta da interface. Assim, em qualquer altura, pode ser utilizado outro ficheiro, substituindo assim todas as estimativas calculadas nesta dissertação. O novo ficheiro de estimativas deverá ter a mesma estrutura do anterior, isto é, quatro colunas que indiquem: a especialidade, o procedimento (ou “outro” para representar a média da especialidade), a estimativa de duração em sala e, por fim, a estimativa da duração da cirurgia. Na figura 6.8. é apresentado um excerto do ficheiro de estimativas produzido. Para além disso, é possível alterar alguma estimativa ou ainda acrescentar novos procedimentos, com a correspondente estimativa de duração em sala e em cirurgia. Como já foi referido anteriormente, as estimativas estão agrupadas por especialidade e por procedimento. Nos casos em que não existiam ocorrências suficientes de um determinado procedimento, foi utilizada como estimativa a média aritmética obtida por todas as cirurgias realizadas nessa especialidade. Nesses casos, é apresentada uma caixa de aviso como apresentado na figura 6.9. e, se o utilizador pretender pode inserir as estimativas de duração para esse procedimento específico. Por outro lado, se o procedimento selecionado já tiver a sua estimativa, o utilizador poderá também atualizá-la inserindo novos valores nos espaços apropriados. Após selecionar a especialidade e procedimento pretendidos, ao pressionar o botão “Verificar” são mostradas as respetivas estimativas e, para proceder à alteração dos valores das estimativas basta clicar em “Alterar”. Na figura 6.10. é apresentado um exemplo de alteração das estimativas.



CG (HPV)	Outro	86	53
CG (HPV)	064	129	83
CG (HPV)	17105	17	10
CG (HPV)	3859	70	43
CG (HPV)	3992	32	16
CG (HPV)	4382	93	55
CG (HPV)	4389	84	50
CG (HPV)	4467	93	56
CG (HPV)	4495	85	49
CG (HPV)	4497	65	35
CG (HPV)	4573	147	101
CG (HPV)	4576	158	109
CG (HPV)	470	87	46
CG (HPV)	4709	91	53
CG (HPV)	4874	45	21
CG (HPV)	4876	51	27
CG (HPV)	4912	51	24
CG (HPV)	4946	70	26
CG (HPV)	5123	84	49
CG (HPV)	5300	78	46
CG (HPV)	5303	70	43
CG (HPV)	5304	78	51
CG (HPV)	5305	77	48
CG (HPV)	5341	58	33

Figura 6.8. Excerto do ficheiro das estimativas

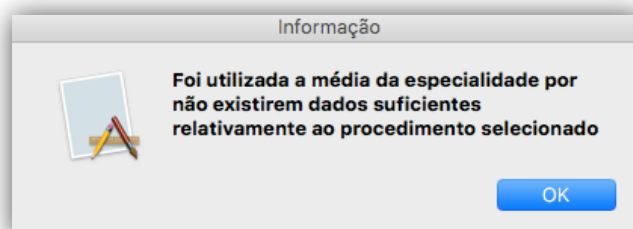
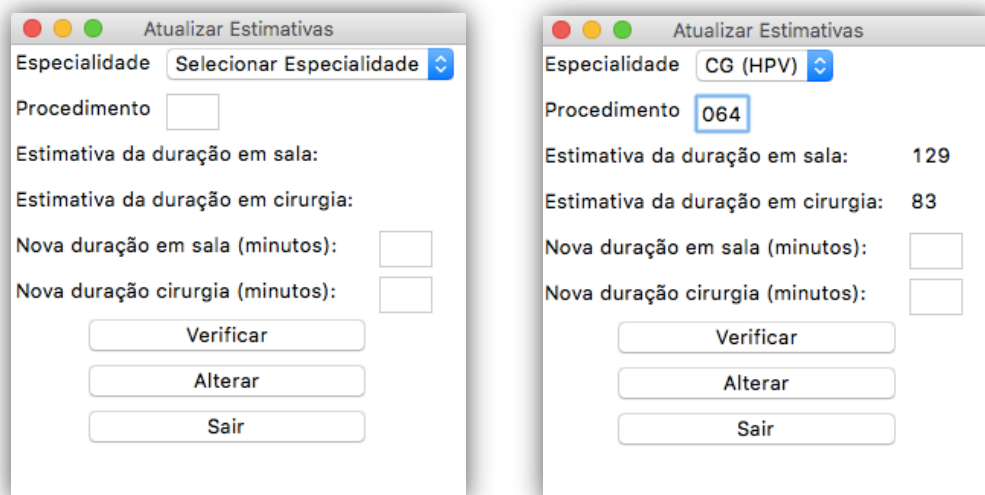


Figura 6.9. Caixa de diálogo com informação



Atualizar Estimativas

Especialidade: Selecionar Especialidade

Procedimento:

Estimativa da duração em sala:

Estimativa da duração em cirurgia:

Nova duração em sala (minutos):

Nova duração cirurgia (minutos):

Verificar

Alterar

Sair

Atualizar Estimativas

Especialidade: CG (HPV)

Procedimento: 064

Estimativa da duração em sala: 129

Estimativa da duração em cirurgia: 83

Nova duração em sala (minutos):

Nova duração cirurgia (minutos):

Verificar

Alterar

Sair

Figura 6.10. Exemplo de alteração das estimativas

Relativamente às disponibilidades dos cirurgiões, estas também podem ser alteradas ou ainda ser inseridos novos cirurgiões. Para isso, basta selecionar a opção “Tempo cirurgiões” contido no menu superior, no separador “Atualizar” e indicar qual é o cirurgião que se pretende alterar as disponibilidades. Na figura 6.11. é apresentado um exemplo de um cirurgião introduzido que não consta na lista de cirurgiões introduzida e, para o inserir nessa mesma lista, basta pressionar em “Sim” e, em seguida, introduzir as respetivas disponibilidades diárias e semanal. De outra forma, se o cirurgião introduzido constar na lista, quando é pressionado o botão “Verificar”, são expostas todas as disponibilidades desse mesmo cirurgião, em minutos, como está apresentado na figura 6.12. Para

proceder à alteração de alguma(s) das disponibilidades apresentadas basta inserir a(s) nova(s) disponibilidade(s) no espaço adequado e pressionar em “Alterar”.

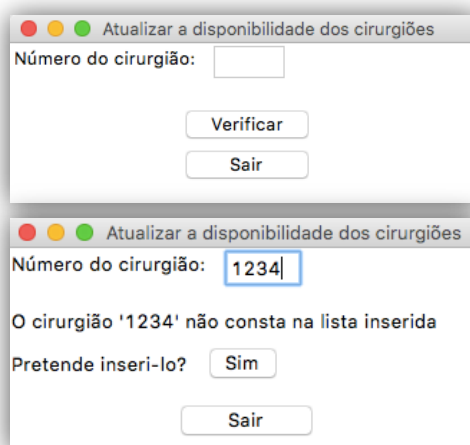


Figura 6.11. Caixa de diálogo para verificar as disponibilidades dos cirurgiões

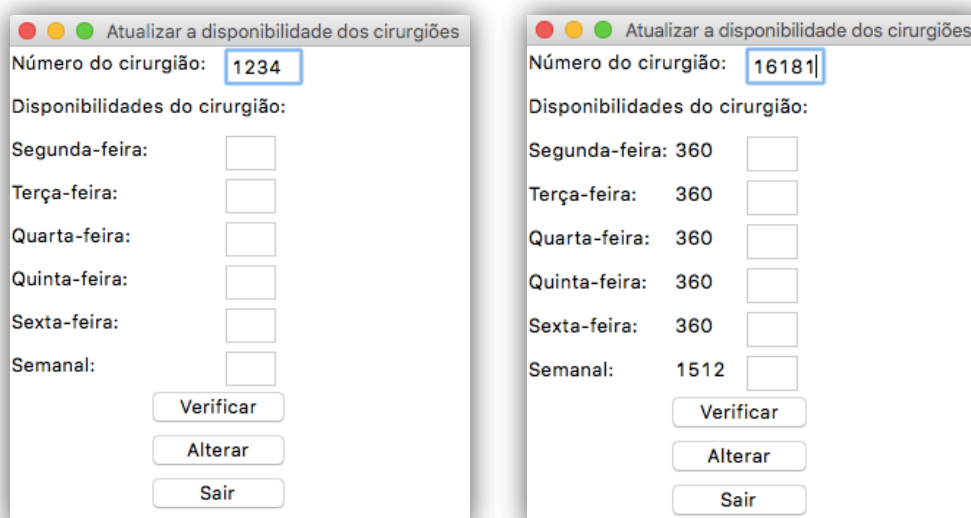


Figura 6.12. Exemplo de alteração das disponibilidades dos cirurgiões

Finalmente, para executar as heurísticas basta selecionar a especialidade e o dia correspondente na janela principal e pressionar “Executar”. Note-se que existe a opção de permitir ou não trocas entre hospitais diferentes, de acordo com as duas versões criadas. Por defeito, as trocas entre hospitais são permitidas sendo necessário acionar a opção para não as autorizar. Relembre-se ainda que, esta opção apenas é proveitosa quando a especialidade Cirurgia Geral está a ser planeada, mas ainda assim, pode ser acionada para qualquer especialidade, sem qualquer efeito. Após alguns segundos surge uma nova janela, como a apresentada na figura 6.13. Podem observar-se algumas informações obtidas pela execução do programa: a taxa de ocupação, a quantidade de cirurgias agendadas para a semana, a percentagem de redução da lista de espera (da especialidade escolhida ou de todas, se for essa a opção) e ainda o tempo de execução. Pressionando o botão “Exportar” é exportado o plano cirúrgico semanal em Excel ficando automaticamente guardado no computador com um nome da “Plano_Especialidade_Data.xlsx”, neste caso, “Plano_GINECOLOGIA_29-01-2016.xlsx”. Na figura 6.14. é apresentado o ficheiro que contém o plano executado neste exemplo. Note-se que o plano cirúrgico semanal contém, o número de LIC associado ao paciente que foi afeto, para cada dia e para cada sala da especialidade selecionada.

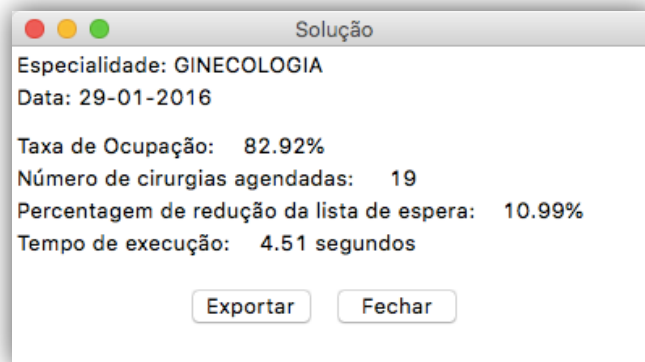


Figura 6.13. Exemplo de execução da interface

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	Bloco	Sala	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta											
1																		
2	7	1	12295425	0	0	0	0											
3	7	1	12332485	0	0	0	0											
4	7	1	0	12098388	0	0	0											
5	7	1	0	12345865	0	0	0											
6	7	1	0	12137314	0	0	0											
7	7	1	0	0	12140608	0	0											
8	7	1	0	0	12147226	0	0											
9	7	1	0	0	12244546	0	0											
10	7	1	0	0	0	12212525	0											
11	7	1	0	0	0	12148725	0											
12	7	1	0	0	0	12311872	0											
13	7	1	0	0	0	0	12157466											
14	7	1	0	0	0	0	12181585											
15	7	2	12061509	0	0	0	0											
16	7	2	11921712	0	0	0	0											
17	7	2	0	0	0	12154805	0											
18	7	2	0	0	0	12140173	0											
19	7	2	0	0	0	0	12175505											
20	7	2	0	0	0	0	12212505											
21																		

Figura 6.14. Ficheiro do plano cirúrgico semanal obtido no exemplo da interface

Quando o utilizador executa as heurísticas e alguma das informações requerida está em falha, como por exemplo, algum dos ficheiros não foi introduzido corretamente ou não foi introduzido de todo, é enviada uma mensagem de aviso ao utilizador dando informação de qual o erro cometido. Isto acontece quando falha algum dos ficheiros ou se a especialidade ou o dia de execução não foram escolhidos corretamente. Nas figuras 6.15. e 6.16. são apresentados exemplos de mensagens de aviso ao utilizador. A primeira é uma mensagem de erro que surge quando o ficheiro correspondente à lista de espera (LIC) não é introduzido ou não está estruturado da forma pretendida enquanto a segunda surge sempre que algum paciente urgente diferido não cabe no plano cirúrgico de segunda-feira.

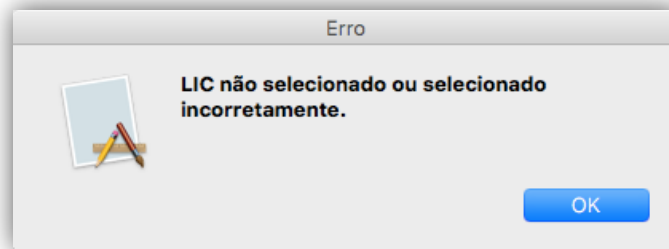


Figura 6.15. Exemplo de ocorrência de erro

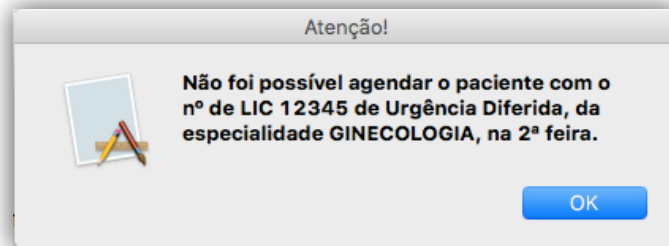


Figura 6.16. Exemplo de ocorrência de aviso

Capítulo 6

Conclusões e Trabalho futuro

Neste capítulo são apresentadas algumas conclusões relativamente às heurísticas desenvolvidas neste trabalho, aos dados fornecidos e ainda aos resultados obtidos. No final, são sugeridas algumas linhas de trabalho futuro que podem contribuir para melhorar o trabalho realizado nesta dissertação.

6.1. Conclusões

O principal objetivo do trabalho realizado foi o desenvolvimento de uma ferramenta informática que permita a elaboração automática de um plano cirúrgico semanal que possa ser utilizado pelo Centro Hospitalar Lisboa Norte, para que o planeamento das cirurgias eletivas seja realizado de uma forma mais rigorosa. Assim, respeitando as regras estipuladas pelo Serviço Nacional de Saúde e tendo em atenção os interesses do Centro Hospitalar, foram desenvolvidas e implementadas heurísticas para a concretização do planeamento cirúrgico com horizonte temporal de uma semana.

Após uma breve análise duas listas de espera fornecidas, concluiu-se que existem demasiadas cirurgias com o prazo de realização ultrapassado. Muitas delas já ultrapassaram o prazo há tanto tempo que seria impossível certos pacientes aguardarem tanto tempo pela cirurgia. Deste modo, acredita-se que alguns tenham optado por realizar as cirurgias em hospitais particulares, pelo que as listas de espera não se encontram devidamente atualizadas. Assim, o plano cirúrgico obtido através das instâncias fornecidas não é totalmente eficaz, já que planeia cirurgias que não são necessárias, mas têm um elevado nível de prioridade, já que estas são escolhidas de acordo com a sua prioridade e antiguidade em lista de espera. Uma vez as listas de espera limpas, este problema poderá ser resolvido.

Na análise efetuada aos registos históricos verifica-se que existem determinadas especialidades e blocos operatórios com elevados níveis de carência. Pelo que se acredita que a ferramenta desenvolvida poderá colmatar alguns dos problemas atualmente vividos nos hospitais públicos portugueses.

Utilizando os registos históricos fornecidos pelo hospital, foram realizadas estimativas para a duração das cirurgias por especialidade e por procedimento, recorrendo às respetivas médias aritméticas. Nos procedimentos que não tinham mais de dez ocorrências foi utilizada como estimativa a média da especialidade correspondente. Considera-se que uma boa estimativa é fundamental para o bom funcionamento de qualquer modelo ou programa de planeamento cirúrgico.

O programa foi produzido com base em heurísticas construtivas e de melhoramento com recurso à pesquisa local. Assim, numa primeira fase foi construída uma solução admissível utilizando um parâmetro calculado de acordo com a prioridade e antiguidade em lista de espera de cada paciente. De seguida, foram definidos três tipos de movimentos que permitem organizar melhor o plano e inserir mais cirurgias no plano cirúrgico semanal já elaborado na fase anterior com o intuito de aumentar as taxas de

ocupação das salas, por especialidade, mas tendo sempre em atenção a prioridade e antiguidade dos pacientes em lista de espera.

De seguida, foram extraídos todos os resultados obtidos com duas instâncias e foram comparados com os resultados obtidos através do modelo matemático (executado recorrendo ao CPLEX) e ainda com o que foi efetivamente realizado no hospital nas semanas em questão. Utilizando como termo de comparação a taxa de ocupação alcançada, concluiu-se que os resultados obtidos pelas heurísticas foram muito próximos dos produzidos pelo modelo matemático e, por vezes, até superiores dado que a função objetivo do modelo matemático era ligeiramente diferente e que o seu principal foco era de reduzir a quantidade de cirurgias em lista de espera. Relativamente ao que foi realizado no hospital notou-se uma grande flutuação nas taxas de ocupação apresentadas, o que reforça a ideia de que é realmente necessária uma ferramenta capaz de efetuar um melhor planeamento das cirurgias eletivas.

Por fim, foi produzida uma interface para que o hospital consiga executar as heurísticas desenvolvidas de forma simples e intuitiva. Para além disso é ainda possível efetuar algumas alterações consideradas úteis aos ficheiros introduzidos ou ao tempo de limpeza considerado.

6.2. Trabalho Futuro

Como já foi referido anteriormente, é fundamental ter boas estimativas das durações das cirurgias para que o plano cirúrgico seja o melhor possível. Deste modo, será interessante estudar mais aprofundadamente as características das cirurgias efetuadas neste Centro Hospitalar para obter melhor estimativas e assim reduzir o erro causado pela sua incerteza.

Por outro lado, considera-se de extrema importância que as listas de espera utilizadas estejam sempre atualizadas. Quando isso não se sucede, conduz a que o programa selecione pacientes que já não tencionam ou precisam de realizar a cirurgia, pondo em causa o bom funcionamento dos blocos operatórios.

Finalmente, será do interesse do hospital ter uma interface mais adequada às suas necessidades e, por isso, propõe-se que esta seja sempre ajustada de modo a ter mais e melhores funcionalidades na perspetiva do utilizador.

Referências

- [1] Hughes, W., Soliman, S., “Short-term case mix management with linear programming”, *Hospital Health Services Administration*, vol. 30, pp. 52-60, 1985.
- [2] Ma, G., Beliën, J., Demeulemeester, E., Wang, L., “Solving the strategic case mix problem optimally by using branch-and-price algorithms”, in: *Proceedings of the ORAHS, Leuven, Belgium*, 2009.
- [3] Van Oostrum, J., Van Houdenhoven, M., Hurink, J., Hans, E., Wullink, G., Kazemier, G., “A master surgical scheduling approach for cyclic scheduling in operating room departments”, *OR Spectrum*, vol.30, pp. 355-374, 2008.
- [4] Beliën, J., Demeulemeester, E., Cardoen, B., “A decision support system for cyclic master surgery scheduling with multiple objectives”, *Journal of Scheduling*, vol. 14, pp.147-161, 2009.
- [5] Min, D., Yih, Y., “Na elective surgery scheduling problem considering patient priority”, *Computers & Operations Research*, vol. 37, pp. 1091-1099, 2010.
- [6] Mannino, C., Nilssen, E. J., Nordlander, T. E., “A pattern based, robust approach to cyclic master surgery scheduling”, *Journal of Scheduling*, vol. 15, pp. 553-563, 2012.
- [7] Ogulata, S., Erol, R., “A hierarchical multiple criteria mathematical programming approach for scheduling general surgery operations in large hospitals”, *Journal of Medical Systems*, vol. 27, n°3, pp. 259-270, 2003.
- [8] Marques, I., Captivo, M. E., “Different stakeholders’ perspectives for a surgical case assignment problem: deterministic and robust approaches”, *European Journal of Operational Research*, vol. 261, pp. 260-278, 2016.
- [9] Dexter, F., Traub, R. D., “How to schedule elective surgical cases into specific operating rooms to maximize the efficiency of use of operating room time”, *Anesthesia & Analgesia*, vol. 94, pp. 933-942, 2002.
- [10] Hans, E., Wullink, G., van Houdenhoven, M., Kazemier, G., “Robust surgery loading”, *European Journal of Operational Research*, vol. 185, pp. 1038-1050, 2008.
- [11] Liu, Y., Chu, C., Wang, K., “A new heuristic algorithm for the operating room scheduling problem”, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 61, pp. 865-871, 2011.
- [12] Marques, I., Captivo, M. E., Pato, M., “A bicriteria heuristic for an elective surgery scheduling problem”, *Health Care Management Science*, vol. 18, pp. 251-266, 2015.

- [13] Marques, I., Captivo, M. E., “Bicriteria elective surgery scheduling using an evolutionary algorithm”, *Operations Research for Health Care*, vol. 7, pp. 14-26, 2015.
- [14] Mateus, C. C., “Heurísticas para a marcação de Cirurgias Electivas num hospital Público”, Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.
- [15] Mateus, C., Marques, I., Captivo, M. E., “Local search heuristics for a surgical case assignment problem”, *Operations Research for Health Care*, vol. 17, pp. 71-81, 2018.
- [16] Ferreira, R., “Otimização dos serviços de cuidados de saúde: planeamento de cirurgias eletivas em hospitais públicos”, Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2017.
- [17] Molina-Pariente, J. M., Hans, E. W., Framinan, J. M., “A stochastic approach for solving the operating room scheduling problem”, *Flexible Services and Manufacturing Journal*, vol. 30, pp. 224-251, 2018.
- [18] Roland, B., Di Martinelly, C., Riane, F., Pochet, Y., “Scheduling an operating theatre under human resource constraints”, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 58, pp. 212-220, 2010.
- [19] Fei, H., Meskens, N., Chu, C., “A planning and scheduling problem for na operating theatre using an open scheduling strategy”, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 58, 221-230, 2010.
- [20] Beliën, J., Demeulemeester, E., “Building cyclic master surgery schedules with leveled resulting bed occupancy”, *European Journal of Operational Research*, vol. 176, pp. 1185-1204, 2007.
- [21] Aringhieri, R., Landa, P., Soriano, P., Tànfani, E., Testi, A., “A two level metaheuristic for the operating room scheduling and assignment problem”, *Computers & Operations Research*, vol. 54, pp. 21-34, 2015.
- [22] Marques, I., Captivo, M. E., Pato, M., “Na integer programming approach to elective surgery scheduling. Analysis and comparison based on a real case”, *OR Spectrum*, vol. 34, pp. 407-427, 2012.
- [23] Marques, I., Captivo, M. E., Pato, M., “Exact and heuristic approaches for elective surgery scheduling”, in: *Proceedings of the CLAIO/SBPO 2012*, Rio de Janeiro, pp. 3729-3738, 2012.
- [24] Marques, I., Captivo, M. E., Pato, M., “Scheduling elective surgeries in a Portuguese hospital using genetic heuristic”, *Operations Research for Health Care*, vol. 3, pp. 59-72, 2014.
- [25] Ministério da Saúde, “Portaria n.o 87/2015”, *Diário da República, 1.a série — N.o 57*, pp. 1656-1659, 2015.
- [26] Ministério da Saúde, “Portaria n.o 45/2008”, *Diário da República, 1.a série — N.o 10*, pp. 526-536, 2008.